

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“DISEÑO DE MEJORAS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO  
TERMINADO EN UNA EMPRESA TEXTILERA UBICADA EN CARACAS,  
VENEZUELA.”**

**TOMO I**

**TRABAJO DE GRADO**

Presentando ante la

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**

Como parte de los requisitos para optar al título de

**Ingeniero Industrial**

**REALIZADO POR:** Br. Urdaneta, María Gabriela

**PROFESOR GUÍA:** Ing. Luis Gutiérrez

**FECHA:** Octubre del 2018

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“DISEÑO DE MEJORAS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO  
TERMINADO EN UNA EMPRESA TEXTILERA UBICADA EN CARACAS,  
VENEZUELA.”**

Este jurado, una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con  
el resultado: .....

Firma: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

**REALIZADO POR:** Br. Urdaneta, María Gabriela

**PROFESOR GUÍA:** Ing. Luis Gutiérrez

**FECHA:** Octubre del 2018

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DISEÑO DE MEJORAS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO  
TERMINADO EN UNA EMPRESA TEXTILERA UBICADA EN CARACAS,  
VENEZUELA.”**

Autor: Urdaneta, María Gabriela

Fecha: Octubre de 2018

Resumen

El presente trabajo fue desarrollado para diseñar mejoras para el control de calidad del producto terminado en la empresa textilera C.A Telares de Palo ubicada en Caricuao. Para su desarrollo fue necesario la caracterización de los procesos operacionales asociados al control de calidad del producto terminado y de esta manera lograr identificar los principales factores que influyen en la problemática que posee la empresa con respecto a la variabilidad del peso y largo de las toallas confeccionadas, así como también la incorrecta clasificación del producto según su calidad. Seguidamente se analizaron las causas de los factores determinados asociados al proceso productivo que influyen directamente sobre la calidad de la toalla y de esta manera poder diseñar acciones que permitan mitigar las causas estudiadas. Finalmente se estimaron los costos asociados a la aplicación de dichas acciones, considerando el beneficio que recibiría la empresa al implementarlas con respecto a reducción de la materia prima y la satisfacción del cliente al recibir un producto con la calidad deseada.

Palabras claves: proceso, calidad, estadística, control, dimensiones.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|                                             |      |
|---------------------------------------------|------|
| ÍNDICE DE CONTENIDO .....                   | ii   |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                     | vi   |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                      | viii |
| INTRODUCCIÓN .....                          | 1    |
| 1 CAPÍTULO I: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA ..... | 2    |
| 1.1 Definición del problema.....            | 2    |
| 1.2 Interrogantes .....                     | 3    |
| 1.3 Objetivos .....                         | 4    |
| 1.3.1 Objetivo general .....                | 4    |
| 1.3.2 Objetivos específicos .....           | 4    |
| 1.4 Alcance.....                            | 4    |
| 1.5 Limitaciones .....                      | 5    |
| 1.6 Variables .....                         | 5    |
| 2 CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL .....      | 7    |
| 2.1 Descripción de la empresa.....          | 7    |
| 2.2 Organigrama de la empresa .....         | 7    |
| 2.3 Antecedentes.....                       | 8    |
| 2.4 Definiciones generales .....            | 8    |
| 2.4.1 Telar .....                           | 8    |
| 2.4.2 Título del hilo .....                 | 8    |
| 2.4.3 Trama y urdimbre .....                | 9    |
| 2.4.4 Pasadas por pulgada.....              | 9    |
| 2.4.5 Cenefa .....                          | 9    |
| 2.4.6 Entre.....                            | 9    |
| 2.4.7 Felpa.....                            | 9    |
| 2.4.8 Madeja.....                           | 9    |
| 2.4.9 Lote .....                            | 10   |
| 2.4.10 Hoja de ruta .....                   | 10   |

|        |                                                                        |    |
|--------|------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4.11 | Inspección 100%.....                                                   | 10 |
| 2.4.12 | Referencia.....                                                        | 10 |
| 2.4.13 | SISAP.....                                                             | 10 |
| 2.5    | Caracterización del proceso productivo .....                           | 10 |
| 2.5.1  | Recepción de materia prima. ....                                       | 11 |
| 2.5.2  | Selección, apertura y limpieza.....                                    | 11 |
| 2.5.3  | Hilandería .....                                                       | 11 |
| 2.5.4  | Preparación.....                                                       | 11 |
| 2.5.5  | Engomado .....                                                         | 12 |
| 2.5.6  | Tejido .....                                                           | 12 |
| 2.5.7  | Tintorería.....                                                        | 12 |
| 2.5.8  | Confección .....                                                       | 13 |
| 2.5.9  | Almacén y despacho .....                                               | 13 |
| 2.6    | Clasificación en grados de calidad .....                               | 13 |
| 2.6.1  | Defectos del tejido .....                                              | 14 |
| 2.7    | Influencia de la humedad en el comportamiento del hilo .....           | 15 |
| 2.8    | Iluminación requerida para una actividad de inspección detallada ..... | 16 |
| 2.9    | Concepto de calidad:.....                                              | 17 |
| 2.10   | Inspección .....                                                       | 17 |
| 2.11   | Control estadístico de la calidad .....                                | 18 |
| 2.11.1 | Gráficos de control .....                                              | 19 |
| 2.12   | Introducción al muestreo .....                                         | 20 |
| 2.12.1 | Tipos de muestreo.....                                                 | 21 |
| 2.12.2 | Inferencia estadística.....                                            | 21 |
| 3      | CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....                                  | 22 |
| 3.1    | Tipo de estudio .....                                                  | 22 |
| 3.2    | Población y muestra.....                                               | 23 |
| 3.3    | Recolección de los datos .....                                         | 23 |
| 3.3.1  | Entrevistas no estructuradas .....                                     | 23 |
| 3.3.2  | Observaciones.....                                                     | 24 |

|       |                                                                                                                                             |    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.4   | Técnicas y herramientas .....                                                                                                               | 24 |
| 3.4.1 | Diagrama de proceso .....                                                                                                                   | 24 |
| 3.4.2 | Diagrama causa y efecto .....                                                                                                               | 25 |
| 3.4.3 | Tabla de jerarquización “si es, no es” .....                                                                                                | 25 |
| 3.4.4 | Encuesta .....                                                                                                                              | 25 |
| 3.4.5 | Mapa de campos de fuerza .....                                                                                                              | 26 |
| 3.4.6 | Diagrama por qué, por qué .....                                                                                                             | 26 |
| 3.4.7 | Diagrama cómo cómo .....                                                                                                                    | 26 |
| 3.5   | Herramientas estadísticas: .....                                                                                                            | 27 |
| 3.5.1 | Análisis univariante y multivariante: .....                                                                                                 | 27 |
| 3.5.2 | Distribución normal .....                                                                                                                   | 28 |
| 4     | CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....                                                                                | 29 |
| 4.1   | Variabilidad de las dimensiones y peso de las toallas .....                                                                                 | 29 |
| 4.2   | Desconocimiento de la trazabilidad del producto.....                                                                                        | 33 |
| 4.3   | Producto terminado mal clasificado de según la calidad de la toalla .....                                                                   | 33 |
| 4.4   | Caracterización de los procesos operacionales.....                                                                                          | 35 |
| 4.4.1 | Diagrama de proceso de tejeduría .....                                                                                                      | 35 |
| 4.4.2 | Diagrama de proceso de tintorería.....                                                                                                      | 36 |
| 4.4.3 | Diagrama de proceso de confección .....                                                                                                     | 37 |
| 4.5   | Determinar los factores que influyen sobre la variabilidad de las dimensiones de las toallas y la incorrecta clasificación de calidad ..... | 38 |
| 4.5.1 | Diagrama causa – efecto .....                                                                                                               | 38 |
| 4.5.2 | Tabla de jerarquización “si es o no es” .....                                                                                               | 39 |
| 4.5.3 | Diagrama campo de fuerza.....                                                                                                               | 42 |
| 4.6   | Analizar las causas de los factores determinados que intervienen en el control de calidad del producto terminado.....                       | 46 |
| 4.6.1 | Diagrama ¿Por qué Por qué? sobre la variabilidad en las dimensiones de las toallas. 47                                                      |    |
| 4.6.2 | Diagrama ¿Por qué Por qué? sobre el incorrecto clasificado de las toallas según su calidad. ....                                            | 49 |
| 5     | Capítulo V: Diseño de mejoras .....                                                                                                         | 51 |
| 5.1   | Procedimiento para el control de calidad del producto terminado en confección. 51                                                           |    |

|       |                                                                                                                                                                                                                  |    |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.1.1 | Tamaño de muestra requerido para inspeccionar .....                                                                                                                                                              | 51 |
| 5.1.2 | Procedimiento a realizar para la inspección a las muestras seleccionadas ....                                                                                                                                    | 52 |
| 5.1.3 | Análisis de los datos obtenidos.....                                                                                                                                                                             | 54 |
| 5.2   | Control de la humedad relativa en el departamento de tejeduría .....                                                                                                                                             | 55 |
| 5.2.1 | Rutina de comprobación de la humedad relativa detectada por el controlador de encendido y apagado.....                                                                                                           | 55 |
| 5.2.2 | Mantenimiento del sensor de humedad relativa .....                                                                                                                                                               | 56 |
| 5.2.3 | Método de registro de los datos históricos de la humedad .....                                                                                                                                                   | 56 |
| 5.3   | Control de calidad de los rollos en crudo en el departamento de tejeduría.....                                                                                                                                   | 57 |
| 5.4   | Dictar adiestramiento sobre las no conformidades que se pueden visualizar en el departamento de confección .....                                                                                                 | 58 |
| 5.5   | Diseño de una nueva distribución de las lámparas necesarias para permitir obtener la iluminación requerida de acuerdo a la norma COVENIN 2249-93 en el área de clasificación de la toalla según su calidad. .... | 59 |
| 5.6   | Estimación costos beneficio .....                                                                                                                                                                                | 61 |
| 6     | CAPÍTULO VI. MODELO OPERATIVO .....                                                                                                                                                                              | 65 |
| 7     | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....                                                                                                                                                                             | 68 |
| 7.1   | Conclusiones: .....                                                                                                                                                                                              | 68 |
| 7.2   | Recomendaciones: .....                                                                                                                                                                                           | 71 |
| 8     | BIBLIOGRAFÍA .....                                                                                                                                                                                               | 73 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 1. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA.....                                                                                    | 7  |
| FIGURA 2. TEJIDO DE CALADA.....                                                                                                           | 9  |
| FIGURA 3. DISEÑO DE UNA TOALLA .....                                                                                                      | 9  |
| FIGURA 4. PROCESO PRODUCTIVO DE C.A TELARES DE PALO GRANDE .....                                                                          | 11 |
| FIGURA 5. EL ENFOQUE DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD.....                                                                           | 18 |
| FIGURA 6. ESQUEMA METODOLÓGICO.....                                                                                                       | 22 |
| FIGURA 7. COMPORTAMIENTO DEL PESO PARA LA REFERENCIA 301.....                                                                             | 30 |
| FIGURA 8. COMPORTAMIENTO DEL LARGO PARA LA REFERENCIA 301.....                                                                            | 30 |
| FIGURA 9. GRÁFICO DE CONTROL PARA EL LARGO DE LA REFERENCIA 301.....                                                                      | 31 |
| FIGURA 10. GRÁFICO DE CONTROL PARA EL PESO DE LA REFERENCIA 301.....                                                                      | 31 |
| FIGURA 11. RECLASIFICACIÓN DE TOALLAS.....                                                                                                | 33 |
| FIGURA 12. DESCONOCIMIENTO DE LA TRAZABILIDAD DEL PRODUCTO.....                                                                           | 34 |
| FIGURA 13. DIAGRAMA DE PROCESO DE TEJEDURÍA.....                                                                                          | 35 |
| FIGURA 14. DIAGRAMA DE PROCESO DE TINTORERÍA.....                                                                                         | 36 |
| FIGURA 15. DIAGRAMA DE PROCESO DE CONFECCIÓN.....                                                                                         | 37 |
| FIGURA 16. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO: PESO Y LARGO FUERA DE ESPECIFICACIONES.....                                                             | 38 |
| FIGURA 17. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO: PRODUCTO TERMINADO MAL CLASIFICADO SEGÚN SU CALIDAD ..                                                  | 39 |
| FIGURA 18. ANÁLISIS DE CAMPO DE FUERZAS.....                                                                                              | 43 |
| FIGURA 19. ANALISIS DE CAMPO DE FUERZAS.....                                                                                              | 45 |
| FIGURA 20. DIAGRAMA ¿POR QUÉ POR QUÉ? PARA MANO DE OBRA, SOBRE LA VARIABILIDAD EN LAS<br>DIMENSIONES DE LAS TOALLAS.....                  | 47 |
| FIGURA 21. DIAGRAMA ¿POR QUÉ POR QUÉ? PARA MAQUINARIA O EQUIPO, SOBRE LA VARIABILIDAD EN LAS<br>DIMENSIONES DE LAS TOALLAS.....           | 47 |
| FIGURA 22. DIAGRAMA ¿POR QUÉ POR QUÉ? PARA MEDICIÓN E INSPECCIÓN, SOBRE LA VARIABILIDAD EN<br>LAS DIMENSIONES DE LAS TOALLAS.....         | 48 |
| FIGURA 23. DIAGRAMA ¿POR QUÉ POR QUÉ? PARA MEDIO AMBIENTE, SOBRE LA VARIABILIDAD EN LAS<br>DIMENSIONES DE LAS TOALLAS.....                | 48 |
| FIGURA 24. DIAGRAMA ¿POR QUÉ POR QUÉ? PARA MATERIAL, SOBRE LA VARIABILIDAD EN LAS<br>DIMENSIONES DE LAS TOALLAS.....                      | 49 |
| FIGURA 25. DIAGRAMA ¿POR QUÉ POR QUÉ? PARA MEDICIÓN E INSPECCIÓN, SOBRE EL INCORRECTO<br>CLASIFICADO DE LAS TOALLAS SEGÚN SU CALIDAD..... | 49 |

|                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 26. DIAGRAMA ¿POR QUÉ POR QUÉ? PARA MANO DE OBRA, SOBRE EL INCORRECTO CLASIFICADO DE LAS TOALLAS SEGÚN SU CALIDAD. ....   | 50 |
| FIGURA 27. DIAGRAMA ¿POR QUÉ POR QUÉ? PARA MEDIO AMBIENTE, SOBRE EL INCORRECTO CLASIFICADO DE LAS TOALLAS SEGÚN SU CALIDAD. .... | 50 |
| FIGURA 28. DIAGRAMA GANTT PARA EL CONTROL DE LA HUMEDAD. ....                                                                    | 56 |
| FIGURA 29. LUMINARIAS EN EL DEPARTAMENTO DE CONFECCIÓN. ....                                                                     | 59 |
| FIGURA 30. REPRESENTACIÓN DE COLORES FALSOS CORRESPONDIENTE A LA ILUMINACIÓN EN EL DEPARTAMENTO DE CONFECCIÓN. ....              | 60 |
| FIGURA 31. DISEÑO DE LAS LUMINARIAS EN LA TEXPA. ....                                                                            | 61 |
| FIGURA 32. DISEÑO DE LAS LUMINARIAS EN EL TALLER DE CONFECCIÓN. FUENTE: PROPIA. ....                                             | 61 |
| FIGURA 33. MODELO OPERATIVO. ....                                                                                                | 65 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABLA 1. VARIABLES DE ESTUDIO EN LA INVESTIGACIÓN .....                                                       | 6  |
| TABLA 2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....                                                                | 8  |
| TABLA 3 TOLERANCIA DE DEFECTOS .....                                                                          | 13 |
| TABLA 4. DEFECTOS DE TEJIDOS.....                                                                             | 14 |
| TABLA 5. CANTIDAD DE LUX EN UN ESPACIO.....                                                                   | 16 |
| TABLA 6. PRODUCTOS CRÍTICOS.....                                                                              | 29 |
| TABLA 7. PROBABILIDAD QUE LAS TOALLAS SE ENCUENTREN FUERA DE ESPECIFICACIONES.....                            | 32 |
| TABLA 8. TABLA DE DESCARTE PARA EL LARGO Y PESO DE LAS TOALLAS FUERA DE ESPECIFICACIONES.....                 | 39 |
| TABLA 9. TABLA DE JERARQUIZACIÓN “SI ES O NO ES”. PRODUCTO TERMINADO MAL CLASIFICADO SEGÚN<br>SU CALIDAD..... | 41 |
| TABLA 10. PRIORIZACIÓN DE FUERZAS CON RESPECTO AL LARGO Y PESO FUERA DE ESPECIFICACIONES.....                 | 44 |
| TABLA 11. PRIORIZACIÓN DE FUERZAS CON RESPECTO AL PRODUCTO TERMINADO MAL CLASIFICADO .....                    | 45 |
| TABLA 12. TAMAÑO DE MUESTRA .....                                                                             | 52 |
| TABLA 13. N° DE LUMINARIAS TEÓRICOS. ....                                                                     | 59 |
| TABLA 14. NÚMERO DE LUMINARIAS PLANTEADOS EN EL DISEÑO. ....                                                  | 60 |
| TABLA 15. COSTOS SOBRE EL DISEÑO DE MEJORAS 5.1. ....                                                         | 61 |
| TABLA 16. COSTOS SOBRE EL DISEÑO DE MEJORAS 5.2 .....                                                         | 62 |
| TABLA 17.COSTOS SOBRE EL DISEÑO DE MEJORAS 5.3 .....                                                          | 63 |
| TABLA 18.COSTOS SOBRE EL DISEÑO DE MEJORAS 5.5 .....                                                          | 64 |

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de grado es un caso de estudio en el cual se desarrolla un análisis de los procesos operacionales con respecto al control de calidad del producto terminado relacionado con las dimensiones y peso del producto textil y su clasificación de acuerdo a la calidad de la toalla.

Para identificar los factores que influyen en ambos síntomas, fue necesario la implementación de diversas técnicas de exploración como el diagrama Ishikawa, métodos de jerarquización, mapa de campo de fuerzas, así como también técnicas de registro y análisis de datos como diagramas de procesos, gráficos y herramientas estadísticas. Seguidamente, es de gran importancia analizar las causas que originan dichos factores identificados y diseñar acciones que permitan disminuir el efecto en las problemáticas presentadas, todas estas mejoras que se presentan en el desarrollo del trabajo, se van a convertir en un beneficio para la empresa, asociado a nuevos controles de calidad, recomendaciones para la mejora de procesos, y condiciones laborales con el objetivo principal de desarrollar un producto terminado que cumpla con los requerimientos. Todo lo descrito con anterioridad se encuentra compuesto de 6 capítulos:

**Capítulo I:** Definición del problema

**Capítulo II:** Marco referencial: Se exponen y analizan los enfoques teóricos, investigaciones y antecedentes utilizados como guía para el desarrollo del presente trabajo.

**Capítulo III:** Marco metodológico: Indica el tipo de estudio, además de los instrumentos utilizados para la recolección, proceso y análisis de los datos.

**Capítulo IV:** Presentación y análisis de los resultados: Incluye la presentación de las técnicas y análisis correspondiente al desarrollo y cumplimiento de los objetivos específicos.

**Capítulo V:** Diseño de mejoras: describe un plan de mejoras que incluye nuevos controles de calidad y mejoras de las condiciones del proceso productivo que permiten contrarrestar los factores que influyen en la problemática presentada.

**Capítulo VI:** Modelo operativo: Se describe el procedimiento a seguir para un problema similar.

**Conclusiones y recomendaciones:** se incorpora la cobertura de los objetivos específicos, destacando los hallazgos y resultados, además de las sugerencias del investigador con respecto a acciones futuras.

## 1 CAPÍTULO I: DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En este capítulo se presenta una descripción del problema el cual se busca resolver mediante el establecimiento de un objetivo general y diversos objetivos específicos. Dicho trabajo presenta un alcance y limitaciones que se explican en el mismo.

### 1.1 Definición del problema

El control de calidad es una de las acciones a considerar dentro de una empresa que produce un bien o un servicio buscando cumplir con los estándares de fabricación para que llegue con garantía a su consumo o utilización satisfaciendo la necesidad de los clientes interesados. Dicha herramienta debe tenerse como un apoyo constante al departamento de producción, al departamento de ventas y a la dirección de la empresa para asegurar la entrega de ese producto o servicio en perfectas condiciones.

C.A Telares de Palo Grande es una empresa que elabora una serie de productos como: toallas, entre las cuales se encuentran: de baño, para niños, hoteleras, de playa y alfombras, en diferentes tamaños como: Jumbo, facial, mano, intermedia y en distintas líneas según el peso de la toalla como: Sensación, Classic, Premium, Hotel Line y Tres 80. La empresa textilera tiene la necesidad y el compromiso de brindar con el mejor servicio al consumidor productos con una calidad óptima a través de una mejora continua de procesos.

El departamento de calidad de la empresa a través de investigaciones internas y entrevistas con los trabajadores ha detectado que existen ciertas eventualidades que comprometen la calidad de la toalla elaborada ya que no cumple con los estándares de medidas de fabricación y a su vez la inspección que sufre el producto terminado de baño no se está realizando de la manera correcta.

Las toallas elaboradas presentan cierta variabilidad con respecto al largo, ancho y peso y esto es ocasionado por aquellos procesos de producción previos que están relacionados con la calidad del producto terminado generando incumplimiento de las características que se le ofrece al cliente. Estas mediciones son realizadas por un inspector de calidad, el cual no tiene un criterio estadístico para seleccionar las muestras, no existe un tamaño de muestra adecuado con respecto a la población y no sigue un procedimiento apropiado para garantizar la revisión todas las hojas de ruta producidas ocasionando que se desconozca el

comportamiento real de la producción, a pesar de ello, es la única referencia histórica real que se tiene de las dimensiones de las toallas.

De acuerdo a la recopilación de esa información se puede decir que, en el año 2017, según el largo, el 45% de las toallas inspeccionadas presentaron cierta variabilidad de acuerdo al valor esperado en aproximadamente 5 cm. Con respecto al peso, el 73% de las referencias estudiadas evidenciaron una discrepancia de hasta 30 gr. El comportamiento para el 2018 (enero a junio), definiéndose para el largo, 20% de los modelos presentaron la misma brecha que en el 2017 y con respecto al peso, 90% de las toallas analizadas poseen diferencia de acuerdo al valor esperado. De igual manera se estudia el comportamiento del ancho, presentando una diferencia no mayor a 1.5 cm, como se puede observar no es una variable crítica.

Por otra parte se encuentra otro síntoma el cual viene relacionado con la inspección 100% que se le realiza al producto terminado en el departamento de confección donde se efectúa la clasificación según la calidad de las toallas: “primera” (no posee defectos), “segunda”, (posee defectos) por parte del personal y en el cual se han presentado distintas inconsistencias ya que se están clasificando toallas de primera cuando si poseen defectos y se puede evidenciar cuando llegan al departamento de despacho, siempre y cuando el cliente solicite que el pedido se organice distinto a la manera habitual, y el personal se vea en la necesidad de abrir las cajas y es el momento en el cual se puede identificar la discrepancia. Para el año 2017 y enero y febrero del año 2018 se identificaron 28.203 toallas mal clasificadas (número que no satisface a todos los productos de baño recibido por el departamento de despacho). Sin embargo, se puede decir que no se conoce la frecuencia de este evento debido a que no existe un control.

## **1.2 Interrogantes**

De acuerdo al planteamiento del problema surgen las siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles son los procesos operativos asociados al control de calidad en el cual es sometido el producto terminado de baño?
- ¿Cuáles son los factores que pueden afectar la calidad de la toalla?
- ¿En qué parte del proceso productivo se puede originar las causas que afectan al producto terminado?

- ¿Cuáles pueden ser los nuevos puntos o procedimientos para el control de calidad que se pudieran implementar para disminuir las causas?
- ¿Cuáles aspectos ayudarían a mejorar el control de calidad para el producto terminado?

Dichas inquietudes serán de apoyo para conocer ¿Cuáles son los aspectos a considerar que permitan diseñar mejoras para el control de calidad del producto terminado en una empresa textilera?

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo general

Diseñar mejoras para el control de calidad del producto terminado en una empresa textilera ubicada en Caracas, Venezuela.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar los procesos operacionales asociados al control de calidad del producto terminado.
- Identificar los principales factores que influyen en los procesos descritos.
- Analizar las causas de los factores determinados que intervienen en el control de calidad del producto terminado.
- Diseñar acciones que mitiguen las causas analizadas.
- Estimar costo-beneficio de las posibles acciones.

### 1.4 Alcance

El proyecto tiene como elemento central un diseño de mejora para el control de calidad del producto terminado de baño, es decir, toallas y alfombras en la empresa Telares De Palo Grande, ubicado en oeste de la región capital, Venezuela, específicamente en la zona denominada Ruiz Pineda, en la parroquia Caricuao.

La elaboración del trabajo de grado se realiza en el período comprendido entre el mes de abril hasta el mes de septiembre del año 2018.

Los procesos a los cuales se somete a estudio son los desempeñados en aquellos departamentos relacionados a la calidad de las toallas. El estudio contempla las alternativas

para un diseño de mejora a los métodos asociados a la calidad del producto terminado, caracterizando los procesos que se encuentran involucrados a través de un diagrama de procesos, que luego permitirán identificar los posibles factores que afectan la calidad del resultado mediante un diagrama Causa-efecto y explicando las causas que los provocan con un ¿por qué por qué?, para luego establecer las acciones que disminuyan las causas en los procesos involucrados antes mencionados implementando un diagrama ¿cómo cómo? y determinando entonces los posibles recursos, herramientas estadísticas y controles que aseguren la implementación de las acciones diseñadas, con la finalidad de conseguir mejoras para controlar y garantizar la calidad del producto terminado. Todas estas acciones serán evaluadas de acuerdo a un análisis de costo beneficio.

### 1.5 Limitaciones

En el desarrollo del presente trabajo existen ciertos factores que pueden incidir en los resultados obtenidos debido a ciertas restricciones, entre las cuales tenemos:

- Veracidad de los datos de muestreo debido a que se desconoce si satisface el estudio a todas las hojas de rutas producidas, además que el plan de muestreo está sometido al criterio propio del inspector.
- Desconocimiento de la trazabilidad de los rollos de toallas evitando un estudio más extenso con respecto a la búsqueda de las causas con respecto a la variación de las dimensiones y peso de las toallas.
- Ausencia de datos históricos de las condiciones ambientales de la producción.
- Confidencialidad de los costos en la empresa.
- Falta de disponibilidad de algún trabajador al momento que se requiere.

### 1.6 Variables

Existen distintas variables que se someten a estudios, no solamente asociados a las longitudes o los pesos de las toallas sino a características en el medio ambiente que pueden influir en dichos rasgos, como lo son la temperatura y la humedad, además de la iluminación en las áreas de trabajo donde se hace la clasificación de las toallas según su calidad. En la

siguiente tabla, se resumen las variables continuas (cuantitativas) a ser estudiadas en el desarrollo de la investigación

Tabla 1. Variables de estudio en la investigación  
Fuente: propia

| Unidad de análisis                          | Variables   | Medición         | Operacionalización |
|---------------------------------------------|-------------|------------------|--------------------|
| <b>Dimensiones físicas</b>                  | Largo       | Longitud         | Centímetros        |
|                                             | Ancho       | Longitud         | Centímetros        |
|                                             | Peso        | Masa             | Gramos             |
| <b>Medio ambiente del área de tejeduría</b> | Humedad     | Humedad relativa | Porcentaje (%)     |
| <b>Área de trabajo en confección</b>        | Iluminación | Iluminancia      | Lux                |

## 2 CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL

En el siguiente capítulo se enuncian los antecedentes y bases teóricas que dan sustento a la presente investigación realizada en la empresa C.A Telares de Palo Grande.

### 2.1 Descripción de la empresa

Telares de Palo Grande es una empresa que se dedica desde su fundación, a la fabricación de productos textiles acabados e introducir al mercado venezolano productos “Ama de Casa”, en el cual transforman el algodón como materia prima hasta obtener las toallas de baño como producto terminado en distintas líneas y tamaño. También se encargan de la confección de telas importadas para la elaboración de productos para dormitorio como: sabanas, cobijas, almohadas, entre otros.

Esta empresa se diferencia por sus valores, y la constante innovación que realiza para captar distintos competidores y mercados venezolanos e internacionales con nuevas líneas de productos. La manufactura de todos estos productos se realiza en la planta textilera ubicada en la zona industrial, Ruiz Pineda, Caracas, Venezuela, por lo tanto, la investigación se realizará en esta localidad que fue fundada en 1961.

### 2.2 Organigrama de la empresa

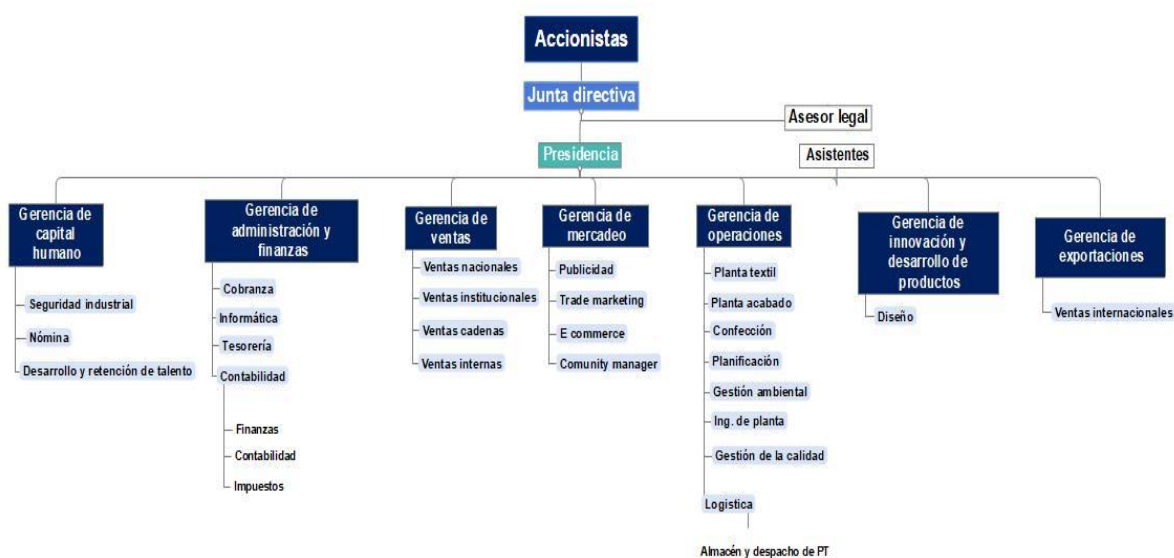


Figura 1.Estructura organizacional de la empresa  
Fuente: propia

## 2.3 Antecedentes

Tabla 2. Antecedentes de la investigación  
Fuente: Propia

| Título del trabajo                                                                                                                                                | Autores                       | Universidad                            | Año  | Aportes              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|------|----------------------|
| Implementación de puntos críticos de control en el proceso de teñido de telas de algodón en el área de tintorería y acabado de industria textil de los altos, S.A | Sonia María López Solís       | Universidad Rafael Landívar            | 2012 | Proceso de hilatura  |
| Implementación de control estadístico de calidad en el producto terminado en una planta textil de tejido de punto                                                 | Juan Gabriel Castillo Morales | Universidad de San Carlos de Guatemala | 2005 | Propuesta de calidad |

## 2.4 Definiciones generales

En el siguiente apartado se definen una serie de términos que están relacionados con el tema textil permitiendo una lectura con mayor continuidad:

### 2.4.1 Telar

El tejido se lleva a cabo en una máquina llamada telar y a esta operación se le conoce como tisaje (Lockuán, 2012, pág. 7). Cada uno de ellos es responsable de realizar el tejido de una referencia a la vez a través de un diseño previo (dibujo) y al momento que se desee manufacturar otro producto se hace un cambio de artículo o de referencia.

### 2.4.2 Título del hilo

Es una expresión numérica que indica la relación entre el peso y la longitud de los materiales textiles de hilandería. (Lockuán, 2012, pág. 88). El sistema que se utiliza es el numero inglés (Ne) el cual emplea la longitud (840 yardas) y como unidad de masa una libra inglesa (453.6 gramos).

### 2.4.3 Trama y urdimbre

“La serie vertical se denomina urdimbre y a cada elemento de ésta hilo. El ancho de la totalidad de la urdimbre forma el ancho del tejido”. Por otra parte “la serie horizontal es la trama y a cada elemento de ésta se le llama pasada. Las pasadas son introducidas dentro de la urdimbre y en su totalidad forman el largo del tejido” (Lockuán, La industria textil y su control de calidad., 2012, pág. 17). El cruce de ambos elementos sigue un orden establecido según un diseño o dibujo y de esta manera formar el tejido deseado.

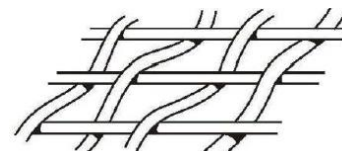


Figura 2. Tejido de calada  
Fuente: Lockuan, F. La industria textil y su control de calidad

### 2.4.4 Pasadas por pulgada

Cantidad de trama que pasa por una pulgada.

### 2.4.5 Cenefa

Es una franja o listado repetido que se encuentra presente en los extremos de ambos lados del cuerpo de la toalla. Por lo general la cenefa presenta un patrón que se repite una y otra vez y permite identificar visualmente una toalla de otra.

### 2.4.6 Entre

Distancia en cm entre el plano y la cenefa

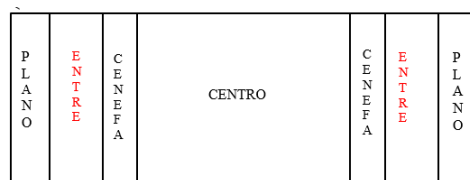


Figura 3. Diseño de una toalla  
Fuente: propia

### 2.4.7 Felpa

Es un tejido hecho con bucles, que forma el rizo de la toalla.

### 2.4.8 Madeja

Hilo recogido en vueltas iguales en un plegador.

#### **2.4.9 Lote**

Es una cantidad especificada de tambores de toallas con características similares. El lote puede estar formado por 6,5,4,3 rollos, de acuerdo al tamaño de la toalla correspondiente a mano o facial y toallas: intermedia, baño y jumbo respectivamente.

#### **2.4.10 Hoja de ruta**

Es una serie de números que indican la trascendencia que tiene la toalla luego del teñido.

#### **2.4.11 Inspección 100%**

Es una actividad que se realiza en el departamento de confección en el cual el personal se dispone a revisar todas las toallas producidas para observar las no conformidades y clasificarlas de acuerdo a la calidad de la toalla (primera o segunda).

#### **2.4.12 Referencia**

Es la asignación de un código, para especificar el tipo de producto en producción.

#### **2.4.13 SISAP**

Es un programa de control de producción diseñado para las necesidades de la empresa, C.A Telares de Palo Grande. Tal como explica el fundador de este sistema Navarro (2007) “el sistema está desarrollado en lenguaje C++, utilizando la herramienta C++Builder, la información está almacenada utilizando la base de datos SqlServer de Microsoft”. El sistema tiene módulos desarrollados para equipos portátiles Symbol MC3000 con lector de códigos de barra utilizando lectores láser y posible expansión para nuevos equipos portátiles compatibles con el lenguaje de programación predeterminado. Martinez, J. (Mayo de 2018)

### **2.5 Caracterización del proceso productivo**

La manufactura de una toalla presenta ciertas transformaciones ya que se comienza con la recepción del algodón hasta el despacho de las mismas como se muestra en la Figura 4.

Para mayor detalle de los procesos, secuencia y equipos acudir al anexo A el cual permitirán apoyar las descripciones presentadas.

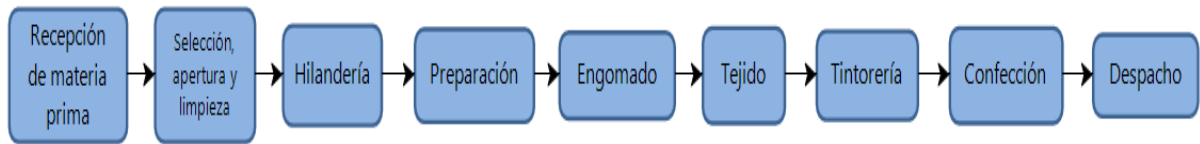


Figura 4. Proceso productivo de C.A Telares de Palo Grande  
Fuente: propia

### 2.5.1 Recepción de materia prima.

### 2.5.2 Selección, apertura y limpieza

- Análisis de las fibras de algodón de cada de una de las pacas (finura, resistencia, contenido de azúcar, longitud y grado para la preparación de las mezclas).
- Apertura: ocurre el mezclado de la materia prima.
- Limpieza de las fibras: Una vez que las fibras son succionadas por la abridora, se transportan por ductos aéreo a una cámara de reserva, durante este transporte el choque de las fibras favorece la eliminación de cascarillas y elementos contaminantes de las fibras.

### 2.5.3 Hilandería

La hilatura es el conjunto de operaciones mecánicas necesarias para transformar las fibras que se encuentran desordenadas, enmarañadas y llenas de impurezas en hilos. (López, 2012). Esta operación se realiza en la Open End el cual transforma la cinta producida por los manuales en un hilo con características propias.

### 2.5.4 Preparación

Las actividades de esta etapa son:

- Distribución de conos de hilo según su título, en el cual se encuentran hilos de título 16 (fabricación de felpa), 20 (fabricación del fondo), 12 (trama de las toallas).
- Fabricación de anteplegadores: los conos hilo 16 provenientes del proceso de hilandería se montan directamente en las filetas de la urdidora, que reúnen los hilos en el anteplegador. De la urdidora salen 4 anteplegadores de felpa.

- c. Fabricación de hilos para cenefa: El hilo para cenefa (16/2) conformado por dos hebras de hilo se obtienen al pasar de hilo de un cabo por las sub-etapas.
- d. Fabricación de anteplegadores para el fondo de las toallas: el hilo 20/1 sale de la dobladora y pasa a la urdidora donde salen 4 anteplegadores de fondo, cada uno de 13500 metros en dos cargas (una de 457 conos de hilo, de donde salen dos anteplegadores; otra de 456 conos de hilo de donde salen los otros dos).

#### 2.5.5 Engomado

Las actividades de esta etapa son:

- d. Elaboración de plegadores: a partir de 4 ante plegadores de fondo y felpa que provienen de la etapa de preparación se montan en la máquina para elaborar los plegadores.
- e. Baño de encolantes: todos los hilos de los 4 ante plegadores pasan simultáneamente de un baño de encolantes, cuya mezcla es de insumo del proceso, preparada con goma controlando el porcentaje del sólido.

#### 2.5.6 Tejido

- f. Montaje del fondo y felpa: los plegadores se montan por pareja (dos de fondo y dos de felpa), de allí salen las bajadas conformadas por un número variable de rollos de toallas de distintas referencias.
- g. Entrelazado: Los hilos de urdimbre se entrelazan con los de trama hasta formar tejido.
- h. Control de calidad

#### 2.5.7 Tintorería

De acuerdo a la planificación que se suministra sobre la producción que se desea realizar, se arma el plan de trabajo en SISAP considerando los rollos que cumplan con ciertas características como longitud y peso y de esta manera satisfacer los requerimientos de las maquinarias: ECO MASTER y/o ECO PLUS. Las actividades que se realizan en esta etapa son:

- a. Pre blanqueo: consiste en un conjunto de operaciones mecánicas, físicas y químicas, necesaria para eliminar de las fibras textiles las impurezas aparecidas durante el proceso en etapas previas o de forma natural.

- b. Blanqueo, descrudado y limpieza: Eliminación de las materias extrañas mediante agentes y acciones mecánicas, y las que se refieren a la decoloración o blanqueo propiamente.
- c. Teñido: Se agrega tintura el cual es mezcla de colorante orgánico en polvo con un dispersante para hacer que tenga mayor movimiento en la solución y luego el sulfato de sodio.
- d. Suavizado: se agrega álcali progresivamente para aumentar el PH. Adicionalmente se agregan enzimas celulares que le otorgan aspecto más liso y uniforme al rizo de la toalla.
- e. Secado: las toallas se incorporan dentro de una cámara de recirculación de aire caliente y luego se exponen a temperatura ambiente.
- f. Control de calidad

### 2.5.8 Confección

En esta área se realiza el corte, cosido de bordes y etiquetas la cual puede ser realizado en el área manual o en el área automatizada ya que se tiene una máquina denominada Texpa que combina dichas actividades. Seguidamente se hace la clasificación de las toallas según su calidad por parte del personal, para luego ser empaquetadas en bultos plásticos y cajas de cartón.

### 2.5.9 Almacén y despacho

## 2.6 Clasificación en grados de calidad

Tabla 3 Tolerancia de defectos  
Fuente: C.A Telares de Palo Grande

| Grado           | Tolerancia de defectos                                                                                                             |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Primera calidad | No admite defectos mayores ni críticos. Admite solo algunos defectos leves.                                                        |
| Segunda calidad | No admite defectos mayores ni críticos. Admite defectos leves, tal que no demeriten en forma apreciable la apariencia de la toalla |
| Tercera calidad | Comprende toallas con defectos críticos o con defectos mayores                                                                     |

### 2.6.1 Defectos del tejido

El proceso de inspección de los tejidos para clasificar las toallas según su calidad, se realiza una vez que las mismas son confeccionadas, y de acuerdo a la visualización del personal pueden catalogarse como: toallas de primera, cuando no poseen defectos, y toallas de segunda cuando lo poseen. Los defectos ya se encuentran preestablecidos y sus orígenes pueden ser durante la fabricación de los productos en los departamentos de tejeduría, tintorería y confección. Cada uno posee un código que lo identifica para etiquetar la toalla nuevamente, en caso que sea de segunda. A continuación, se presenta una tabla con una descripción breve de los mismos. Para conocer a detalle la descripción y una representación gráfica de aquellos defectos que se generaron durante el desarrollo del trabajo es necesario acudir al anexo B.

Tabla 4. Defectos de tejidos  
Fuente: C.A Telares de Palo Grande, propia

| Nombre de la “no conformidad” (código)   |                                        |                                      |
|------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|
| Pelusas (001)                            | Trama rota (120)                       | Mancha de colorante (204)            |
| Hilo roto (101)                          | Reanudados (123)                       | Mancha de grasa (205)                |
| Marca de arranque (102)                  | Hilo mal pasado (125)                  | Mancha de secadora (206)             |
| Orillo defectuoso (103)                  | Falla de felpa en el orillo (126)      | Apariencia de roce (208)             |
| Mancha de aceite (104)                   | Fuera de estándar en el orillo (126)   | Trama torcida (211)                  |
| Hilo faltante (105)                      | Fuera de estándar longitud (127)       | Fuera de estándar color(212)         |
| Cenefa defectuosa (106)                  | Falla de comprimido en la cenefa (128) | T. mal empatada (215)                |
| Falla de felpa (107)                     | Falla de maquina (129)                 | Manchas por manejo de material (216) |
| Falla de dibujo (108)                    | Falta de borde para la costura (131)   | Marcador indeleble (2017)            |
| Flecos en los orillos (110)              | Falla de sinc. De plegadores (132)     | Mancha de aceite confección (300)    |
| Fuera de estándar (altura de rizo) (111) | Falla mecánica (133)                   | T. mal cortada (301)                 |
| Falla de remetido de cenefa (112)        | Fricción por enrolladores (134)        |                                      |

|                                   |                                   |  |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--|
| Hilo contaminado (113)            | Falla mecánica (133)              |  |
| Falla del regulador (114)         | Hilo enganchado (135)             |  |
| Hilo flotantes en la cenefa (115) | Hilo roto de cenefa (136)         |  |
| Marca de Templazo (116)           | Línea de corte defectuosa (137)   |  |
| Marca de peine (117)              | Deformación por empate (201)      |  |
| Hilo flojo (118)                  | Falta de borde por división (202) |  |
| Apretado (119)                    | Teñido desigual (203)             |  |

## 2.7 Influencia de la humedad en el comportamiento del hilo

La fábrica textil y muy particularmente la que manufactura el algodón tienen un mayor grado higroscópico (sustancia capaz de absorber humedad del medio) y su capacidad de absorción de la humedad depende del grado higrométrico del aire ambiente. Este contenido de humedad de toda fibra de algodón influye fuertemente en todas las propiedades que determinan el comportamiento de la fibra durante el proceso de elaboración y también la calidad del producto final.

Por todo esto explicado, la humidificación y el control de humedad en la industria textil, específicamente en el departamento de tejeduría aporta muchos beneficios que aumentan la rentabilidad, como:

- **Peso del producto:** al prevenir la pérdida de humedad durante los procesos y el almacenamiento de materiales textiles se puede reducir la pérdida de peso, que normalmente llega al 4% a ton sólo 0.5%
- **Calidad del hilo:** una correcta humidificación mantiene la resistencia y elasticidad del hilo, mejorando la calidad del producto, disminuyendo el desperdicio de los enredos del hilo.
- **Control de estática:** La estática puede causar merma en la producción y una disminución de la calidad de los productos debido a la atracción de pelusas y deshilachado. Un nivel mayor de humedad disipa naturalmente las cargas de estática y alivia todos estos problemas.

- Eficiencia en el hilado: la humidificación óptima reduce los cortes de los hilos y reduce el tiempo de inactividad de la máquina, marcas y nudos en los tejidos por las paradas de las máquinas, lo cual afecta el producto terminado.

## 2.8 Iluminación requerida para una actividad de inspección detallada

Para poder realizar una inspección exhaustiva de detección de los defectos y que garanticen un grado de validez, es importante que el ambiente en el cual se desarrolle esta actividad sea la más adecuada ya que la acción consiste en revisar el producto e identificar cualquier detalle que incurra en una no conformidad, por lo tanto, aquí es donde entra en juego la iluminación la cual es un conjunto de luces que hay en un lugar para iluminar el espacio. La cantidad de lux necesarios en un área dependerá de la actividad que se realice, es por eso que se acude a ciertas normas en el cual se describen, en distintos niveles, la cantidad de lux que son requeridos.

De acuerdo a lo explicado, se acude a la norma COVENIN 2249-93, y se precisa el dato que se requiere de acuerdo a la labor que se realiza. En este caso es una inspección de una fábrica textil y se detalla lo siguiente:

Tabla 5. Cantidad de lux en un espacio.  
Fuente: Norma COVENIN 2249-93: Iluminancias en tareas y áreas de trabajos

| Actividad                   | A (lux) | B (lux) | C (lux) |
|-----------------------------|---------|---------|---------|
| Inspección (Fábrica textil) | 2000    | 3000    | 5000    |

De acuerdo a esto, se determinan la cantidad de lámparas en el espacio considerando los siguientes cálculos.

$$\phi_t = \frac{Em * S}{Cu * Cm} \quad (1)$$

$\phi_t$  = Flujo luminoso total

$Em$  = Lux

$S$  = Área en estudio.

$$\# \text{ de luminaria} = \frac{\phi_t}{n * \phi_{lum}} \quad (2)$$

$Cu$  = Factor de utilización.

$Cm$  = Factor de mantenimiento.

$\phi_{lum}$  = Flujo luminoso de una lámpara.

$$k = \frac{largo * ancho}{altura * (largo + ancho)} \quad (3)$$

$n$  = Número de lámparas por luminaria.

$k$  = índice del local

## 2.9 Concepto de calidad:

“Calidad significa idoneidad para el uso” (Montgomery, 1999). En otras palabras, todos los consumidores esperan que los productos y servicios que compran, cumplan sus requerimientos y eso se determina a través de la interacción entre la calidad de diseño (niveles de desempeño, confiabilidad, servicio y función) y la calidad de conformidad (reducción de la variabilidad y eliminación de defectos sistemáticos).

## 2.10 Inspección

“La norma ISO 8402 (UNE 66-001) define la inspección como la acción de medir, examinar, ensayar o verificar una o varias características de un producto o servicio y de compararlas con los requisitos especificados con el fin de establecer su conformidad.” Consultado en (Camisón, 2006)

Esta actividad puede tener diversos alcances fundamentados en recolectar información, tomar una decisión (aceptación, rechazo o reprocesos) o suministrar acciones correctoras. El objetivo básico de la inspección es evitar que productos defectuosos lleguen al cliente, para eso es importante definir previamente las especificaciones de calidad del producto y comprobar si cumple, de lo contrario es necesario separar los productos defectuosos.

La comprobación se hace mediante la observación visual de un inspector o por métodos sistemáticos y fiables basados en procedimientos estadísticos o no, y tecnologías para conocer si el producto cumple con los estándares preestablecidos. El control de calidad supone un avance significativo sobre un sistema sin control, pero la inspección tiene unas limitaciones bien conocidas, las cuales describe el autor (Camisón, 2006):

- La inspección puede develar la presencia de defectos, pero es incapaz de asegurar la calidad, puesto que siempre puede haberse colado alguna unidad con cierto defecto.
- Cuando la inspección es totalmente objetiva y no se han establecido criterios comunes y claros de lo que es un producto defectuoso, el resultado dependerá de cada inspector, con la carga de subjetividad que ello implica.
- La inspección condena a que la organización vea la calidad como un problema del área productiva, donde no tienen por qué implicarse el resto de los departamentos.
- La eficacia de la inspección rutinaria se ve dañada por la fatiga que origina el aburrimiento y la monotonía.

- Si la inspección no se complementa con la vigilancia de los procesos y el análisis de la información, para detectar las causas de los problemas, ni analiza el uso que los clientes hacen del producto, el control de calidad no comporta ninguna actividad de prevención ni de mejora que acreciente la calidad y reduzca sus costos.

Cuando la inspección se basa en los métodos estadísticos de muestreo, la labor es más eficiente económicamente pues permite controlar grandes cantidades de producto con un personal limitado, en lo cual se han establecido procedimientos para llevar a cabo las auditorías del producto. De acuerdo a este apartado pueden existir también diversos inconvenientes:

- El transcurso de un cierto periodo de tiempo desde la detección de un problema, mediante la inspección, hasta su corrección provoca la salida al mercado de productos o piezas defectuosos.

## 2.11 Control estadístico de la calidad

El control estadístico de la calidad (CEC) se basa en la idea de elaborar productos no defectuosos por medio del control estricto de los procesos, por lo tanto, el CEP constituye el corazón de éste enfoque, debido a que consiste en controlar los procesos verificando la conformidad de algunas características de calidad, mientras las tareas de que consta se están desarrollando. (Camisón, 2006, pág. 227)

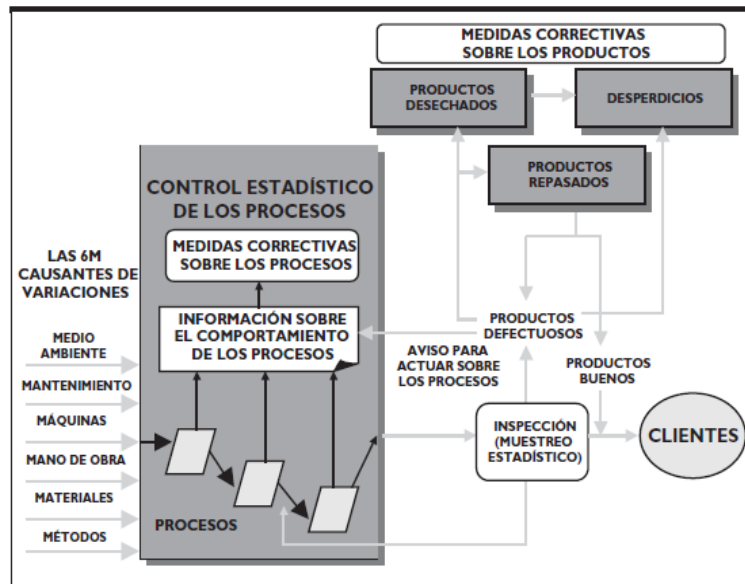


Figura 5. El enfoque del control estadístico de la calidad  
Fuente: Camisón, C (2006). Gestión de la calidad.

Con la implantación del CEC se empieza un proceso productivo más transparente. El desarrollo de un sistema de control de los procesos basado en procedimientos estadísticos

para la presentación y análisis de datos, junto con inspecciones de los componentes en continua elaboración se utiliza para:

- La detección de anomalías y su clasificación en situaciones aceptables o en problemas de calidad según se mantengan las variaciones dentro de un rango aceptable o no.
- La identificación de fuentes aleatorias, es decir, problemas esporádicos o comunes
- La localización y solución de las fuentes de variabilidad en los productos permite introducir medidas correctivas sobre los procesos que conducen a disminuir los defectos en el producto.

El control estadístico de calidad mantiene la actividad de inspección para identificar productos defectuosos y permitiendo otorgar información al CEP sobre las discrepancias en los productos con lo deseado y de esta manera revelar problemas en los procesos. Por lo tanto, el CEC conduce a medidas correctivas tanto en productos como en procesos.

En la producción textil es muy importante el control estadístico de calidad ya que es una herramienta que permite detectar cualquier error en la fabricación y de esta manera tomar medidas inmediatas.

### 2.11.1 Gráficos de control

Se utiliza para indicar cuando las variaciones que se registran en la calidad no rebasan el límite aceptable para el azar. Así mismo se trata de un registro gráfico de la calidad de una característica en particular, muestra si un proceso está o no está estable. Dicha metodología permite identificar en la muestra observaciones atípicas y detectar anomalías en el proceso, tanto corrimientos de la media, como incrementos en la desviación por encima de sus límites naturales, para impedir la producción de piezas fuera de especificaciones.

Es importante mencionar que existen dos tipos de graficas de control: por atributos o por variables. En esta oportunidad se estudiará a través de un diagrama de control por variables, la cual se aplica exclusivamente cuando la característica de calidad puede ser expresada mediante una variable cuantitativa. Dicha herramienta te permite verificar si el proceso está bajo control estadístico a través de pruebas estadísticas de una manera más práctica y permanente.

Existen dos tipos de graficas de control por variables:  $(\bar{X}, R)$  y  $(\bar{X}, S)$ , según se utilice el rango muestral “R” o la desviación típica muestral “S”, como medida de dispersión. De

acuerdo a lecturas realizadas se encuentra en común, la recomendación de usar la gráfica  $(\bar{X}, S)$  cuando el tamaño de los subgrupos es mayor que 10.

Para la construcción de esta gráfica, se utilizará como estimador  $\sigma^2$  al insesgado, designado como “ $S^2$ ”. La particularidad de este diagrama es que se utiliza la desviación típica muestral “ $S$ ” como medida de dispersión del proceso, en lugar de utilizar el rango muestral “ $R$ ”. Su ejecución, parte de “ $k$ ” muestras cada una de tamaño “ $n$ ”, y para cada una es necesario calcular su media y su desviación típica muestral. Posteriormente se calcula la “gran media” ( $\bar{\bar{X}}$ ) y la media de las desviaciones típicas muestrales que se designará  $\bar{S}$ . Los límites de control vienen dados por:

$$\text{Límite de control superior} = UCL = \bar{\bar{X}} + A_3 * \bar{S} \quad (4)$$

$$\text{Límite de control inferior} = UCL = \bar{\bar{X}} - A_3 * \bar{S} \quad (5)$$

$$\text{Línea central} = \bar{\bar{X}} \quad (6)$$

El valor  $A_3$  depende del tamaño de muestra ( $n$ ) y el mismo será conseguido en una tabla establecida ver anexo E1. Dicha información proviene del Arvelo: evaluación de la capacidad de calidad de un proceso industrial. Métodos estadísticos sugeridos por la norma ISO 9000.

## 2.12 Introducción al muestreo

Una **muestra** es un subconjunto de la población. En la práctica se seleccionan elementos del universo para construir una muestra de personas o cosas y luego al medir u observar la(s) característica(s) de estudio. El proceso mediante el cual se seleccionan los elementos para constituir la muestra se denomina **muestreo**.

### 2.12.1 Tipos de muestreo

Existen dos tipos de muestreo: el probabilístico (aleatorio simple, sistemático, estratificado, conglomerado) el cual se refiere a cuando puede calcularse de antemano cuál es la probabilidad de obtener cada una de las muestras que sea posible seleccionar, de lo contrario es un modelo no probabilístico (intencional, circunstancial). Dichos métodos permitirían evaluar variables (que se mide en una escala numérica) o atributos (“pasa o no pasa”).

### 2.12.2 Inferencia estadística

Se llama inferencia al paso de lo particular a lo general. Nunca la inferencia permitirá tener plena seguridad de lo afirmado con relación a la población en estudio; sin embargo; se puede estimar el error y grado de confiabilidad que merecen las estimaciones, siempre y cuando el muestreo sea probabilístico.

#### Inferencia

#### Fórmula

|       |                                                                             |                                   |       |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------|
|       |                                                                             | n: Tamaño de muestra              |       |
|       |                                                                             | N: Tamaño del lote                |       |
| Media | $n = \frac{N * \delta^2 * Z\alpha^2}{e^2 * (N-1) + \delta^2 * Z\alpha^2} ;$ | $\delta^2$ : Varianza             | ( 7 ) |
|       | siendo                                                                      | $\alpha$ : Nivel de significancia |       |
|       |                                                                             | e: error                          |       |

### 3 CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

En el siguiente apartado se describe la metodología empleada para el desarrollo del presente trabajo a fin de lograr el cumplimiento de los objetivos planteados inicialmente.

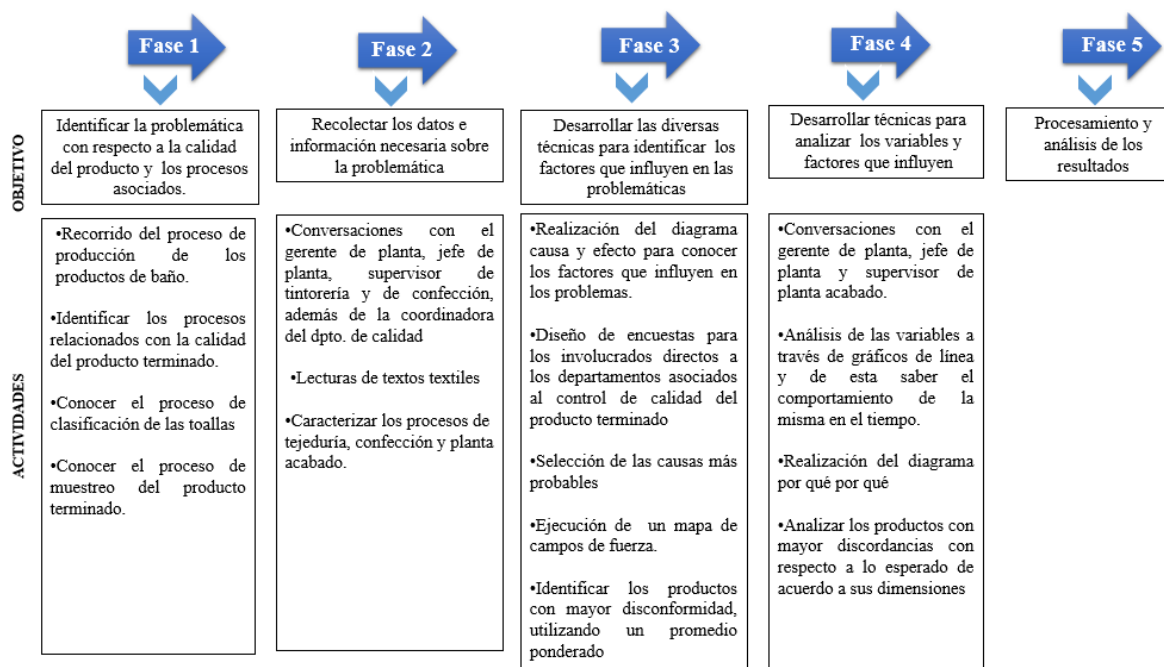


Figura 6. Esquema metodológico.  
Fuente: propia

#### 3.1 Tipo de estudio

La estrategia para responder a las problemáticas presentes se puede considerar de campo, la cual “consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos”. (Arias, 2006, pág. 31). Las informaciones obtenidas son directamente de la realidad y el investigador puede ser capaz de corroborar la veracidad de los datos produciendo un mayor nivel de confianza. Es importante resaltar que el inquisidor no altera ni manipula la información obtenida.

Se afirma este tipo de diseño ya que a lo largo de del desarrollo del trabajo se utiliza el uso de entrevistas, encuestas en relación con la opinión de un grupo sobre un tema en específico y una serie de observaciones para poder obtener los datos necesarios para esclarecer y complementar lo recolectado para permitir generar entendimiento y soluciones en el proceso.

Por otra parte, también se puede mencionar que es un proyecto factible debido a que después de describir el proceso en un determinado campo, se busca la solución del problema encontrado. Según el manual de investigación de la UPEL (2006) “consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos”

### 3.2 Población y muestra

En la presente investigación, se establece como objetivo el estudio de los procesos de tejido, acabado y confección los cuales se encuentran asociados al control de calidad del producto terminado de la empresa textilera C.A Telares De Palo Grande, sometiendo estos departamentos a observaciones y mediciones acerca de las características respectivas de ese universo. En este caso la población a estudiar corresponde a las toallas confeccionadas para conocer el comportamiento de las dimensiones y su peso. Sin embargo, al momento de realizar el análisis es imposible evaluar la totalidad de la producción motivo por el cual se fundamentó en el muestreo no probabilístico considerado como intencional que realiza el inspector de calidad en la compañía, en el cual “los elementos son escogidos con base en criterios o juicios preestablecidos por el investigador” (Arias, 2006, pág. 85), dicha muestra corresponde a una base histórica del año 2017 a mayo del 2018 correspondiente a toallas de baño que componen específicamente a los siguientes productos ( ver tabla de referencia en el anexo C).

### 3.3 Recolección de los datos

La recolección de los datos y evidencias de las problemáticas que se tienen en la empresa textil, se hace relevante recaudar toda la información necesaria la cual se realizó a través de entrevistas no estructuradas, observaciones y encuestas:

#### 3.3.1 Entrevistas no estructuradas

“Una entrevista no estructurada o no formalizada es aquella en que existe un margen más grande de libertad para formular las preguntas y respuestas.” sostiene (Sabino, 1992,

pág. 124). Estas son entrevistas que no son guiadas por cuestionario, sino que surgen con cierto grado de espontaneidad.

Esta técnica se utiliza con el personal de tejeduría, tintorería y confección además de la gerente de producción y coordinadora del departamento de calidad las cuales conocen ampliamente los departamentos sujetos a estudio. Se puede decir que este tipo de entrevista posee la ventaja de permitir un diálogo más espontáneo con preguntas abiertas y que permite profundizar en los temas de interés con el objetivo de obtener la información necesaria.

### **3.3.2 Observaciones**

“La observación puede definirse como el uso sistemático de nuestros sentidos en la búsqueda de los datos que se necesitan para resolver un problema de investigación.” (Sabino, 1992, pág. 117). La ventaja de esta técnica radica en los hechos que son percibidos directamente por la persona que está realizando la investigación, sin ninguna clase de intermediario. De esta forma cualquier tipo de subjetividad queda eliminada de los datos que son recogidos, ya que no se presentan distorsiones las cuales suelen presentarse a la hora de realizar una entrevista. Dicha técnica se emplea para conocer el desarrollo de los procesos en los departamentos indicados vinculados a la calidad del producto terminado.

## **3.4 Técnicas y herramientas**

Para realizar el análisis de los datos fue necesario realizar gráficos de líneas para conocer el comportamiento de las referencias con respecto a sus valores estándares, así como también gráficos de control. Seguidamente se utilizó el promedio ponderado de modo de priorizar aquellos productos con mayor disconformidad con respecto a sus límites de tolerancia y los cuales tienen mayor producción.

Por otra parte, el investigador utiliza distintas técnicas que son un apoyo fundamental para identificar, explicar y diseñar acciones que minimicen todos aquellos factores causantes de las problemáticas. Las herramientas utilizadas son:

### **3.4.1 Diagrama de proceso**

Según (Niebel, pág. 24) “muestra la secuencia de todas las operaciones, inspecciones que se usa en un proceso de manufactura”. Esta herramienta permite graficar el proceso de

los departamentos relacionados con la calidad de la toalla correspondiente a: tejeduría, tintorería y confección, además de representar el control de calidad que hacen actualmente en dichas áreas, por medio de símbolos y formas, identificando el responsable del trabajo que se está describiendo. Desarrollar dicho instrumento permite definir las áreas críticas del proceso. Para desarrollar el diagrama se utilizó el programa Bizagi, considerada una herramienta novedosa basada en el modelado de procesos, recomendable para describir procesos con actividades secuenciales, sin importar el grado de estandarización.

### 3.4.2 Diagrama causa y efecto

Según (Niebel, pág. 24) “el método consiste en definir la ocurrencia de un evento no deseable o problema, es decir, el efecto, como la cabeza de pescado y después identificar los factores que contribuyen, es decir, las causas, como el esqueleto de pescado que sale del hueso”. Es una herramienta que permite esclarecer los factores que influyen en el problema identificado. En esta oportunidad se desarrollan dos diagramas Ishikawa ya que en este trabajo de grado se están evaluando dos síntomas, en el cual el efecto se define como: peso y largo de la toalla fuera de especificaciones y producto terminado mal clasificado en confección.

### 3.4.3 Tabla de jerarquización “si es, no es”

Es una herramienta que permite seleccionar los factores más probables que inciden en los dos problemas medulares descritos, preguntándose “si es”, o “no es” una causa raíz, basándose en los diagramas causa y efecto.

### 3.4.4 Encuesta

De acuerdo a (Arias, 2006) define la encuesta como una técnica que pretende obtener información que suministra un grupo o muestra de sujetos acerca de si mismos, o en relación con un tema en particular. Esta herramienta fue utilizada para obtener información acerca del nivel de influencia: baja, media o alta que tienen los factores sobre los principales problemas a estudiar, recurriendo al personal experto en los departamentos de objeto de estudio para conocer su opinión.

### 3.4.5 Mapa de campos de fuerza

El análisis de campo de fuerza es una herramienta de resolución de problemas utilizada para ayudar a que se produzcan cambios, identificando las fuerzas impulsoras, las cuales ayudarían al cambio y las fuerzas restrictivas quienes son las que se encargan de bloquear el cambio. De igual manera es una herramienta que permite priorizar ambas fuerzas determinando su importancia junto con un equipo de trabajo. En el trabajo de grado se utilizó dicha herramienta para identificar ambas fuerzas correspondientes a los factores determinados, para luego proponer un criterio de evaluación por parte del investigador y valorar y generar acciones correspondientes a las causas con mayor índice. (Scholtes, P. Force field analysis.)

### 3.4.6 Diagrama por qué, por qué

Es una excelente técnica para encontrar la(s) casusa(s) raíz de un problema (...). Organizan la forma de pensar de un grupo de resolución de problemas e ilustran una cadena de síntomas que conducen a la verdadera causa de un problema (Sumers, 2006, pág. 253).

Esta herramienta conduce a la ilustración de una cadena de síntomas que permiten conocer las causas más probables del problema, fundamentándose en los factores identificados en el diagrama causa y efecto, debido a que se pregunta ¿Por qué? en repetidas ocasiones para demostrar las causas raíces.

Para ejecutar el diagrama se utilizó la herramienta denominada MindMapper el cual permite elaborarlo a través de plantillas que tiene el programa de forma más eficiente.

### 3.4.7 Diagrama cómo cómo

Es una herramienta basada en un proceso creativo en el cual se establecen cómo mitigar las causas. Dicha técnica se puede considerar como un complemento de la herramienta “por qué por qué”, dado que se combina con ésta para poder encontrar la solución a las causas previamente identificadas. El mismo permite visualizar las posibles soluciones a cada una de las causas ya conocidas, preguntando ¿Cómo? desarrollando una tormenta de ideas para encontrar respuestas idóneas y la más conveniente.

### 3.5 Herramientas estadísticas:

#### 3.5.1 Análisis univariante y multivariante:

Se declara un dato atípico cuando para una variable, su valor se considera excepcional (muy bajo o muy alto) con relación al resto de los valores. En la detección de datos atípicos para una variable, solo intervienen los valores que toma dicha variable, independientemente de los valores de las otras. Es por eso que a menudo este tipo de detección se denomina detección univariante. En la detección de individuos atípicos, se usan conjuntamente todas las variables y es por ello que este tipo de detección se conoce como multivariante. Por lo tanto, el objetivo de esta unidad es utilizar esta herramienta como análisis estadístico ya que permite detectar la presencia de datos y casos distintos. Los dos métodos a utilizar son:

##### 3.5.1.1 Datos atípicos: Método de la puntuación Z

La puntuación Z (o puntuación estándar) de una observación es el número de desviaciones estándar que hay por encima o por debajo de la media de población. Y es utilizada en el trabajo como un método para detectar valores atípicos en variables continuas univariante como lo son: el largo, ancho y peso. Si el valor de Z arrojado, utilizando las ecuaciones que se describen a continuación, es mayor a 3,5 se declara un valor atípico.

$$|Z_i| = \frac{x_i - \bar{x}}{S_c} ; \text{ siendo} \quad (8)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (9)$$

$$S_c = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (10)$$

##### 3.5.1.2 Casos atípicos: Distancia de Mahalanobis

De acuerdo a la (Hair, 2007, pág. 58) “expone que este método evalúa la posición de cada observación comparada con el centro de todas las observaciones de un conjunto de variables”. Para ejecutar dicha técnica fue importante considerar la ecuación (11) y la utilización del programa estadístico SPSS, permitiendo calcular la distancia de cada uno de

los datos con respecto al centro de las observaciones, identificado como MAH. Si  $MAH > U$ , entonces se está en presencia de un dato atípico.

$$U = \frac{(n-1)^2}{n} * Beta\left(\frac{p}{2}; \frac{n-p-1}{2}; 1-\alpha\right); \text{ siendo} \quad (11)$$

p: cantidad de variables, arrojando 3 como son: largo, ancho y peso

n: tamaño de la muestra

$\alpha$ : el nivel de significación de la prueba, igual a 0.05

Una vez que se han identificado los casos atípicos, el investigador debe decidir si mantenerlos o destruirlos. (Hair, 2007, pág. 59) expone que “deberían mantenerse a menos que exista una prueba demostrable de que son verdaderas aberraciones y no son representativos de las observaciones de la población. Pero si representan a un segmento de la población, deberían retenerse para asegurar su generalidad al conjunto de la población. Si se eliminan los casos atípicos, el investigador corre el riesgo de mejorar el análisis, pero limitar su generalidad”

### 3.5.2 Distribución normal

La distribución normal es, en muchos aspectos la piedra angular de la estadística. Se afirma que una variable aleatoria  $X$ , tiene una distribución normal con media  $\mu$  ( $-\infty \leq \mu \leq \infty$ ) y varianza  $\sigma^2 \geq 0$  si tiene la función de densidad  $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{1}{2}\right)\left[\frac{(x-\mu)}{\sigma}\right]^2}$ , ( $-\infty \leq x \leq \infty$ ). Dicha distribución se emplea tan a menudo que se recurre a la notación  $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ .

Para la solución de problemas prácticos que implican la evaluación de probabilidades normales acumulativas es en realidad muy simple, ya que se parte de la distribución normal estándar para el o los puntos de interés “X” utilizando la siguiente ecuación:

$$Z = \frac{X-\mu}{\sigma}; \text{ siendo} \quad (12)$$

X: punto de interés

$\mu$ : media

$\sigma$ : desviación

## 4 CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En el siguiente apartado se demuestra las diversas herramientas y técnicas que se aplican a los datos recolectados, para identificar y analizar los factores que influyen en las problemáticas expuestas y de esta manera poder crear una base para generar un diseño que permita controlar la calidad del producto textil terminado. Para lograrlo, en primer lugar, es necesario realizar una presentación y análisis de la recolección de la información obtenida, en el cual se puede visualizar los productos más desfavorables de acuerdo al incumplimiento del peso y sus dimensiones ideales, una exposición sobre el comportamiento de la incorrecta clasificación de las toallas y un diagrama en el cual se evidencia la limitante que tuvo el investigador para conocer la trazabilidad de las toallas analizadas y de esta manera conseguir patrones sistemáticos. Seguidamente se hace necesario caracterizar los departamentos encargados de la formación del tejido, teñido, acabado y confección en el cual permite posteriormente investigar e identificar a través de un diagrama causa-efecto, los factores que influyen negativamente sobre las problemáticas de manera de realizar un análisis posterior con un diagrama ¿Por qué Por qué? evidenciando las causas raíces.

### 4.1 Variabilidad de las dimensiones y peso de las toallas

El estudio del comportamiento del producto terminado referente al largo y peso que el investigador somete a análisis, presenta cierta disconformidad con respecto al valor estándar y al rango de tolerancia permisible ( $\pm 2\%$  del valor estándar). Para conocer la magnitud de dicha discrepancia, se realizó un estudio para conocer los productos que presentan mayores diferencias con respecto a los valores esperados de aquellas toallas con mayor producción en el periodo estudiado, para esto, fue necesario aplicar la herramienta del promedio ponderado la cual permite obtener resultados de diversos datos con diferentes grados de importancia.

Tabla 6. Productos críticos.  
Fuente: propia

| PRODUCTOS CRÍTICOS |                   |
|--------------------|-------------------|
| 305                | Baño Tres 80      |
| 301                | Baño Sensación    |
| 231                | Baño New Classic  |
| 308                | Mano Tres 80      |
| 230                | Jumbo New Classic |
| 300                | Jumbo Sensación   |

De acuerdo a los 6 productos revelados, se puede decir que las líneas: “tres 80” y “sensación” tienen la característica principal de poseer baja densidad del tejido ocasionando que ambos productos sean más económicos al momento de venderlo por encima de las demás mercancías. La línea “classic” se le denomina la toalla estándar. Seguidamente se analiza el comportamiento promedio de las muestras inspeccionadas por cada referencia, representando el valor estándar y desviación en un gráfico de líneas para el largo y el peso. Aunado a esto, también se ejecutan graficas de control de 61 muestras (seleccionadas aleatoriamente del período de estudio) cada una de tamaño 20 y de esta manera profundizar en el análisis y conocer la tendencia de los datos, desplazamientos o existencia de patrones. La siguiente grafica correspondiente al producto “Baño Sensación” se puede observar su incumplimiento.

Para visualizar el comportamiento de los demás productos dirigirse al anexo E.

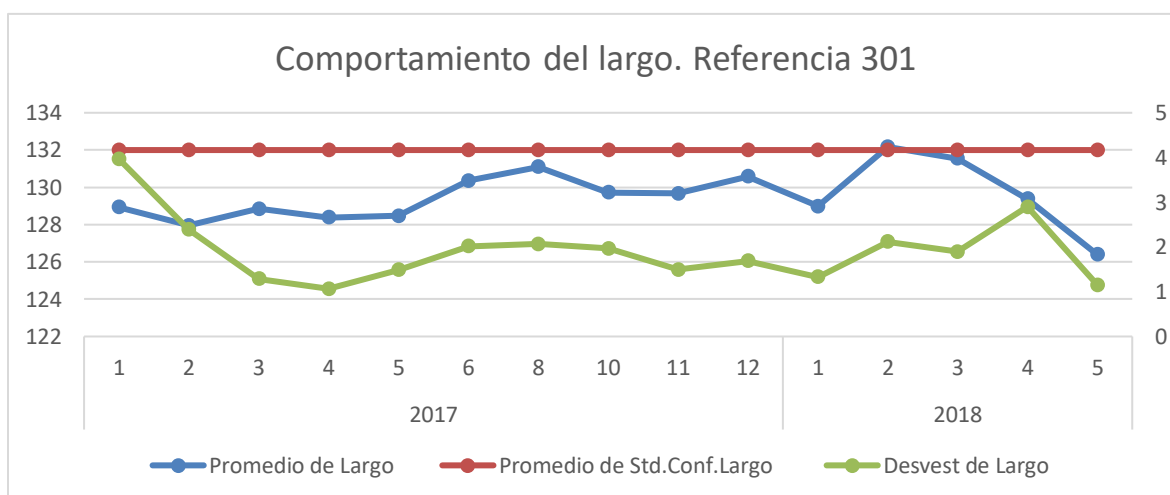


Figura 8. Comportamiento del largo para la referencia 301.

Fuente: propia

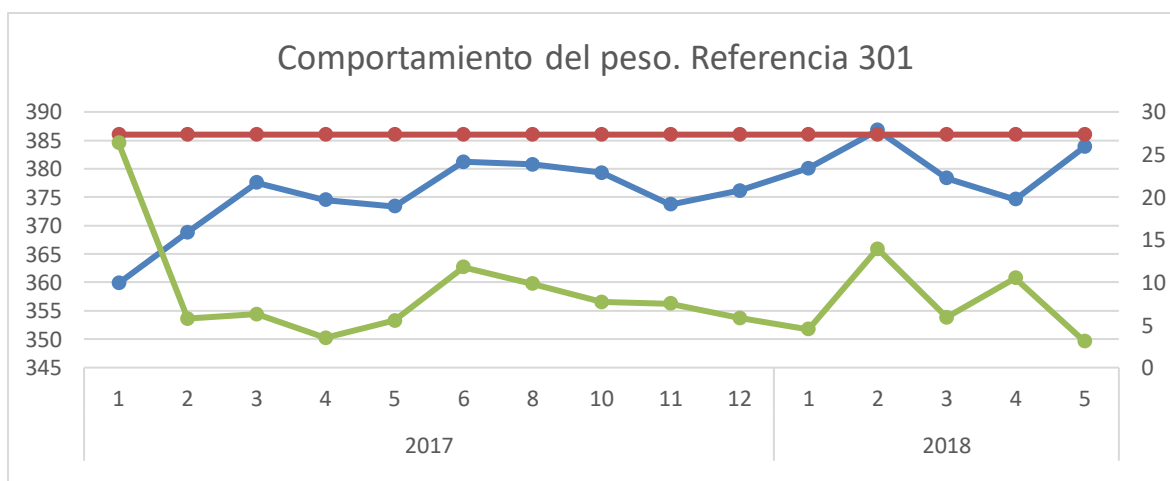


Figura 7. Comportamiento del peso para la referencia 301.

Fuente:propia

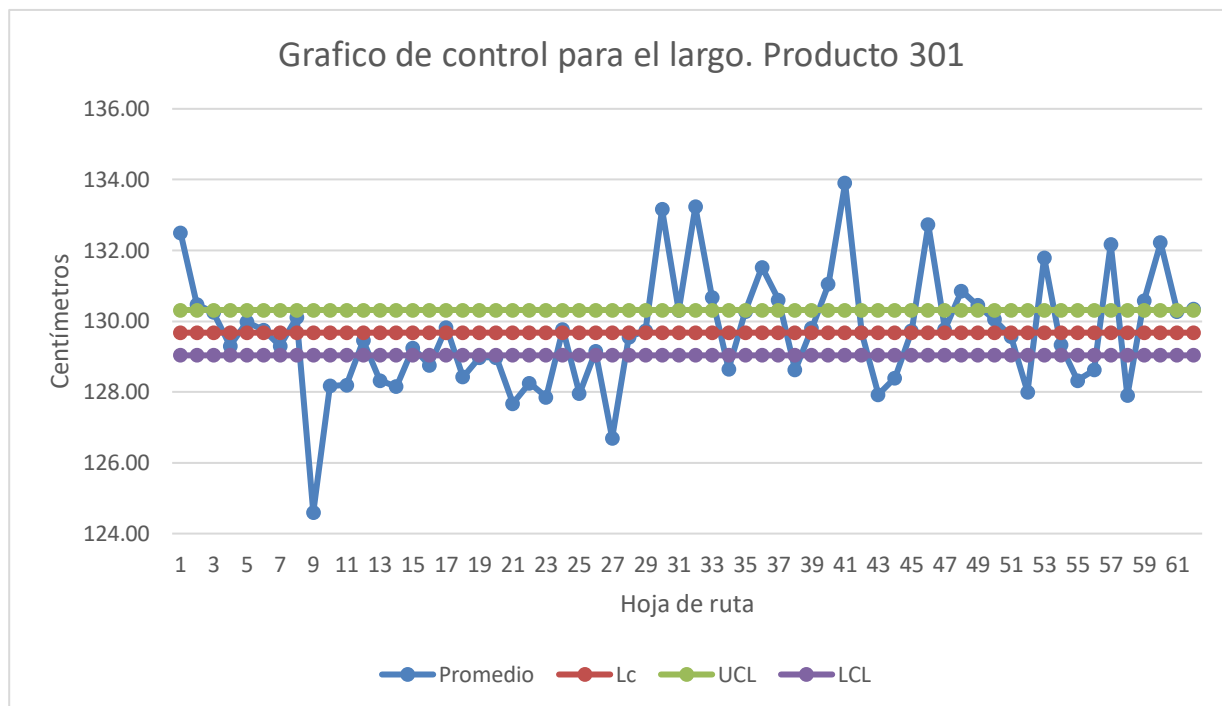


Figura 10. Gráfico de control para el peso de la referencia 301.  
Fuente: propia

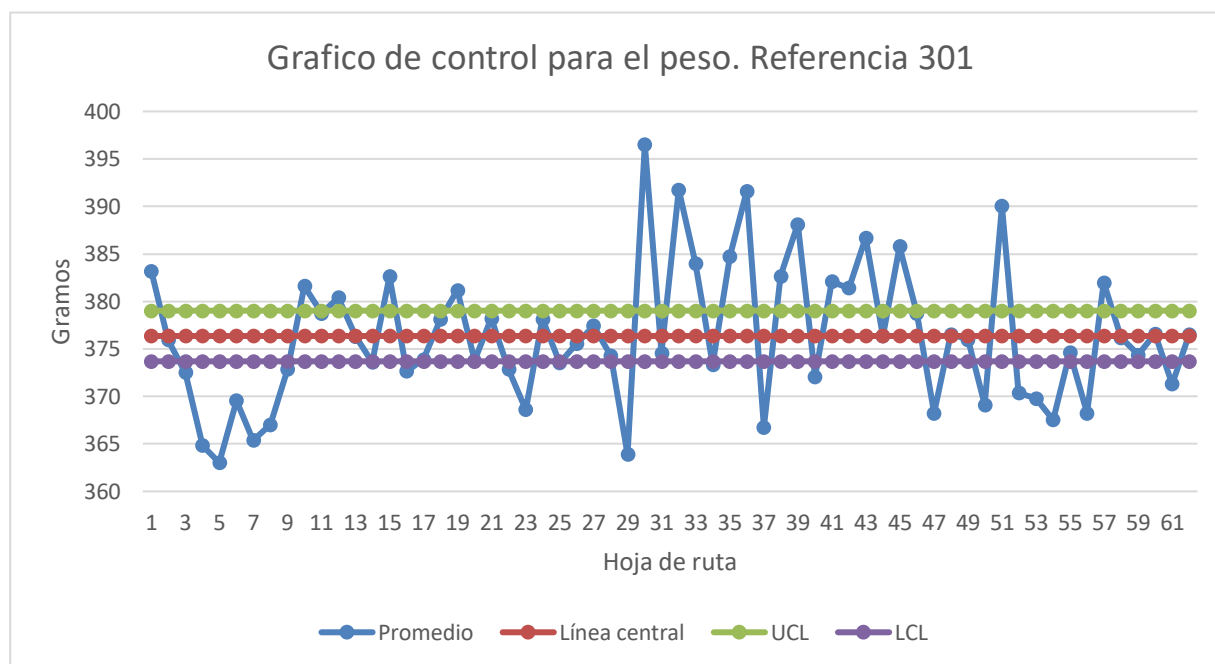


Figura 9. Gráfico de control para el largo de la referencia 301.  
Fuente: propia

De acuerdo a estas graficas presentadas para esta referencia, permite demostrar que el peso y el largo se encuentran inferiores a los valores estándares, por lo tanto, se puede concluir que ambas variables están directamente relacionadas entre sí; un comportamiento similar posee el producto 308, con la diferencia de que los valores se encuentran superiores al esperado. Por otra parte, si el lector acude a las otras graficas presentadas en el anexo indicado, se puede identificar que hay datos con respecto al largo, inferiores al correcto y de acuerdo al peso, superiores al valor ideal, lo cual el investigador infiere que la altura de rizo no es la correcta, de lo contrario, se deduce que hay una falla en la formación del tejido o la altura del rizo es bajo.

De acuerdo al apartado anterior y a las gráficas de control que se presentan en la Figura 10 y Figura 9 , le permite al investigador afirmar con mayor fundamento que el proceso no está en control, y que es necesario una investigación que permita la detección de las posibles causas. Para efectuarla es importante basarse en conocimientos técnicos y de la ingeniería del proceso, además de buscar archivos, registros o planillas de producción que permitan llevarte a un seguimiento minucioso.

Por todo esto escrito, se hace oportuno conocer la probabilidad de que una pieza cumpla con determinadas dimensiones por producto. Para ejecutarla, es necesario el uso de la distribución normal estándar, considerando los parámetros de la normal estándar y el intervalo de la abscisa donde se deberían encontrar las mediciones de las distintas referencias. Por lo tanto, se acudió a la ecuación 12 arrojando la probabilidad que tienen los datos de no cumplir con las especificaciones para el largo y para el peso correspondiente al tipo de referencia (ver anexo E22)

Tabla 7. Probabilidad que las toallas se encuentren fuera de especificaciones.

Fuente: propia

| Probabilidad de no cumplir con las especificaciones con respecto al largo |              | Probabilidad de no cumplir con las especificaciones con respecto al peso |              |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------|
| REFERENCIA                                                                | PROBABILIDAD | REFERENCIA                                                               | PROBABILIDAD |
| 305                                                                       | 98%          | 308                                                                      | 100%         |
| 308                                                                       | 85%          | 301                                                                      | 95%          |
| 300                                                                       | 58%          | 305                                                                      | 62%          |
| 301                                                                       | 49%          | 300                                                                      | 61%          |
| 230                                                                       | 39%          | 231                                                                      | 59%          |
| 231                                                                       | 36%          | 230                                                                      | 59%          |

Como puede observar en la Tabla 7 la explicación previa coincide, es decir, los productos más críticos recaen en aquellos con menor cantidad de pasadas, un tejido más abierto y con menor densidad con respecto a los demás productos.

## 4.2 Desconocimiento de la trazabilidad del producto

Para conocer el comportamiento de las toallas analizadas aguas arriba al departamento de confección, se convierte para el investigador en una limitante en el proceso debido a que la trazabilidad de una toalla se pierde, lo cual se hace improbable conocer ciertas características como: lote, fecha, turno, o condiciones ambientales, que te permiten encontrar patrones sistemáticos. Por todo esto se hace importante la realización de un diagrama en el cual se exponga brevemente el proceso donde se pierde el seguimiento y el efecto que el mismo produce en la investigación, para eso es necesario acudir a la Figura 12.

## 4.3 Producto terminado mal clasificado de según la calidad de la toalla

Las toallas sufren un proceso de inspección y clasificación de acuerdo a su calidad en el departamento de confección, y existe la posibilidad de que no se detecten ciertos defectos en las toallas y sean clasificadas de primera calidad siendo de segunda y con esta disconformidad llegan a

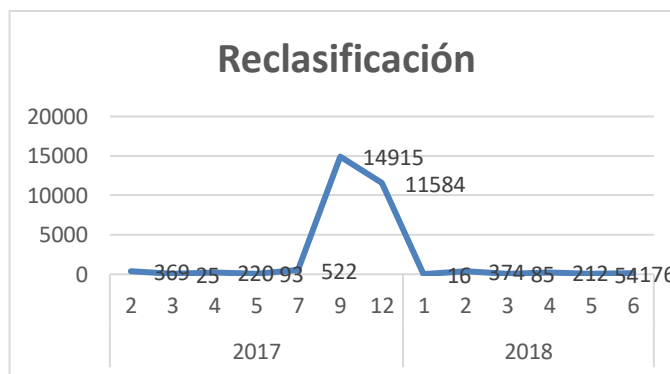


Figura 11. Reclasificación de toallas.  
Fuente: propia

almacenarse. Dicha disconformidad genera una reclasificación, ejecutada por parte del personal de despacho. Como se puede observar en la Figura 11, para el año 2017, hubo 7 meses entre los cuales se tuvo que reclasificar las toallas por algún defecto no especificado en la información obtenida, pero que obligaron al personal de despacho a clasificar las toallas nuevamente de primera a segunda calidad. Los meses con mayor demanda fue el correspondiente a noviembre y diciembre, correspondiente a un pedido para exportación que no garantizaban la calidad del producto.

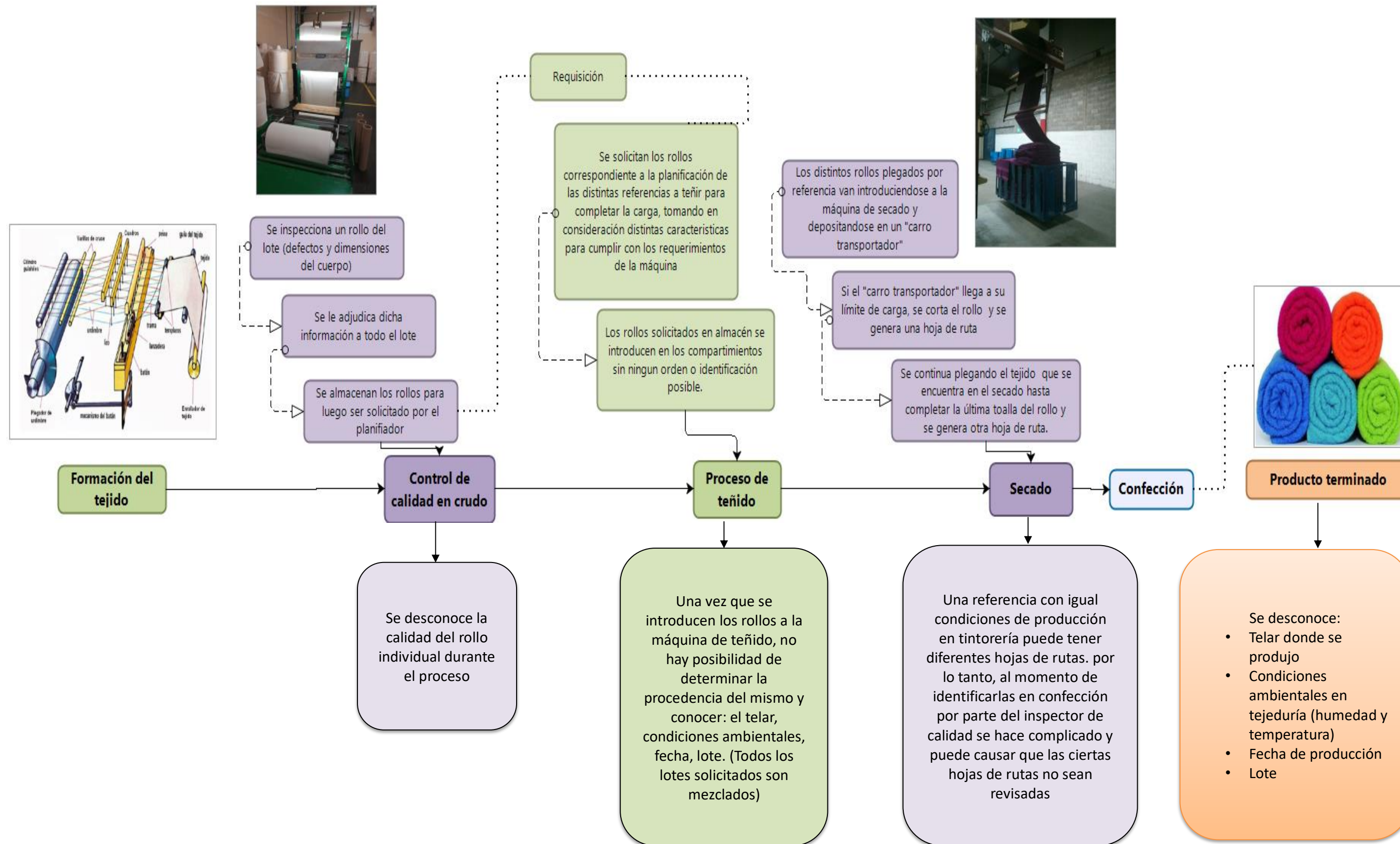


Figura 12. Desconocimiento de la trazabilidad del producto.  
Fuente: propia

#### 4.4 Caracterización de los procesos operacionales

A continuación, se muestra la representación de los procesos operacionales de las áreas que influyen en la calidad del producto terminado. Dicha herramienta proporciona el entendimiento paso a paso de la formación del tejido y sus controles de calidad. Para mayor entendimiento observar el anexo D.

##### 4.4.1 Diagrama de proceso de tejeduría

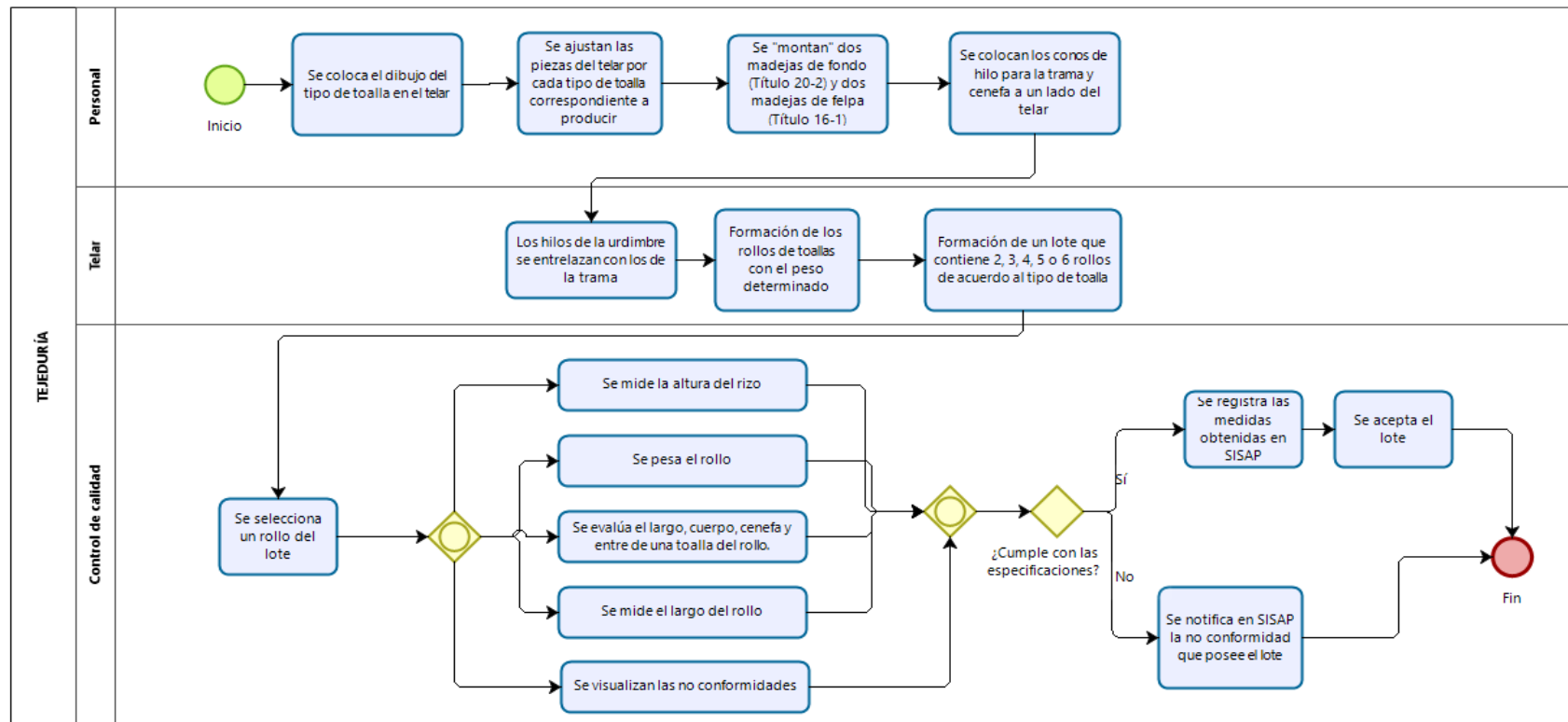


Figura 13. Diagrama de proceso de tejeduría.

Fuente: propia

#### 4.4.2 Diagrama de proceso de tintorería

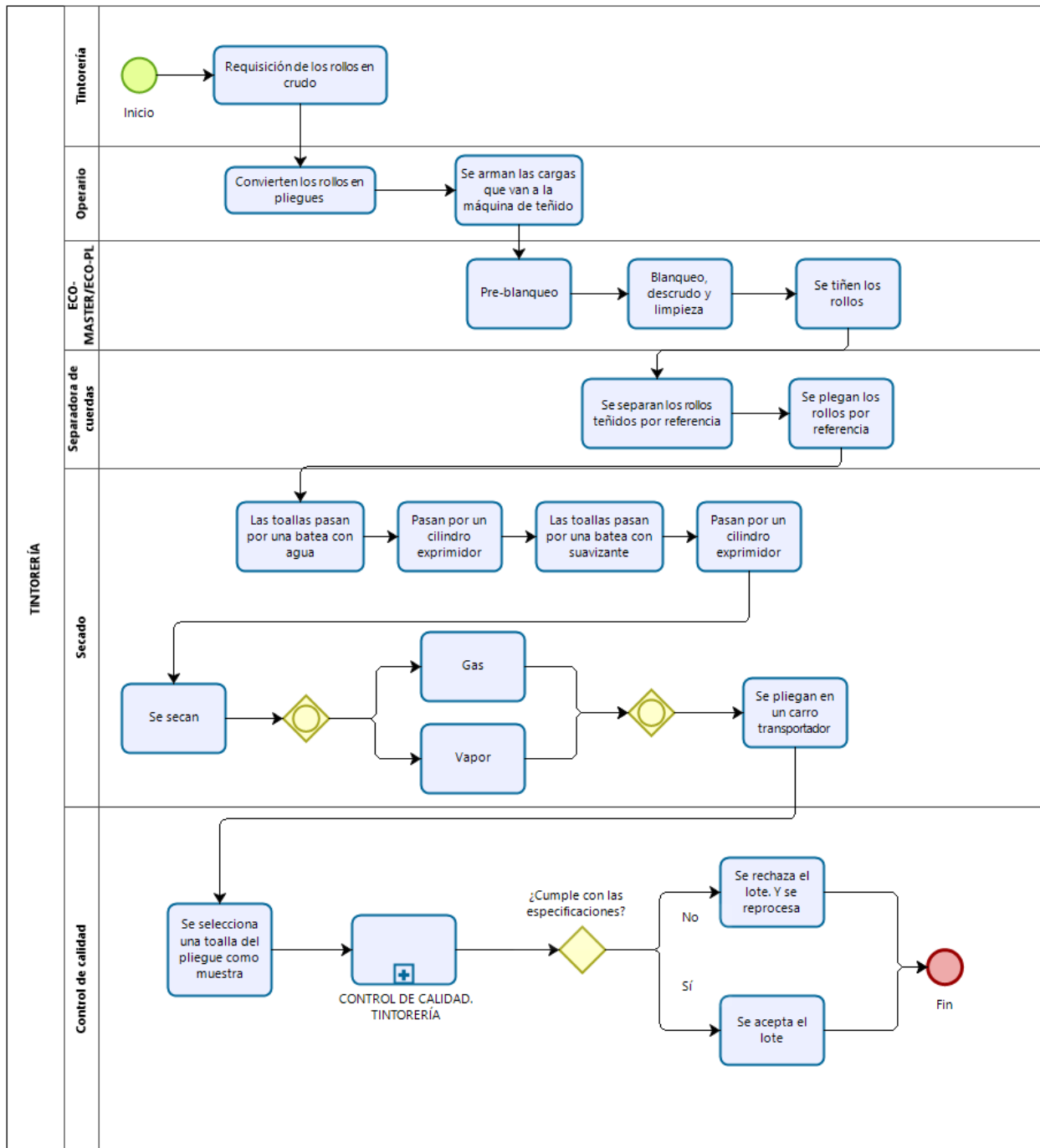


Figura 14. Diagrama de proceso de tintorería.  
Fuente: propia

### 4.4.3 Diagrama de proceso de confección

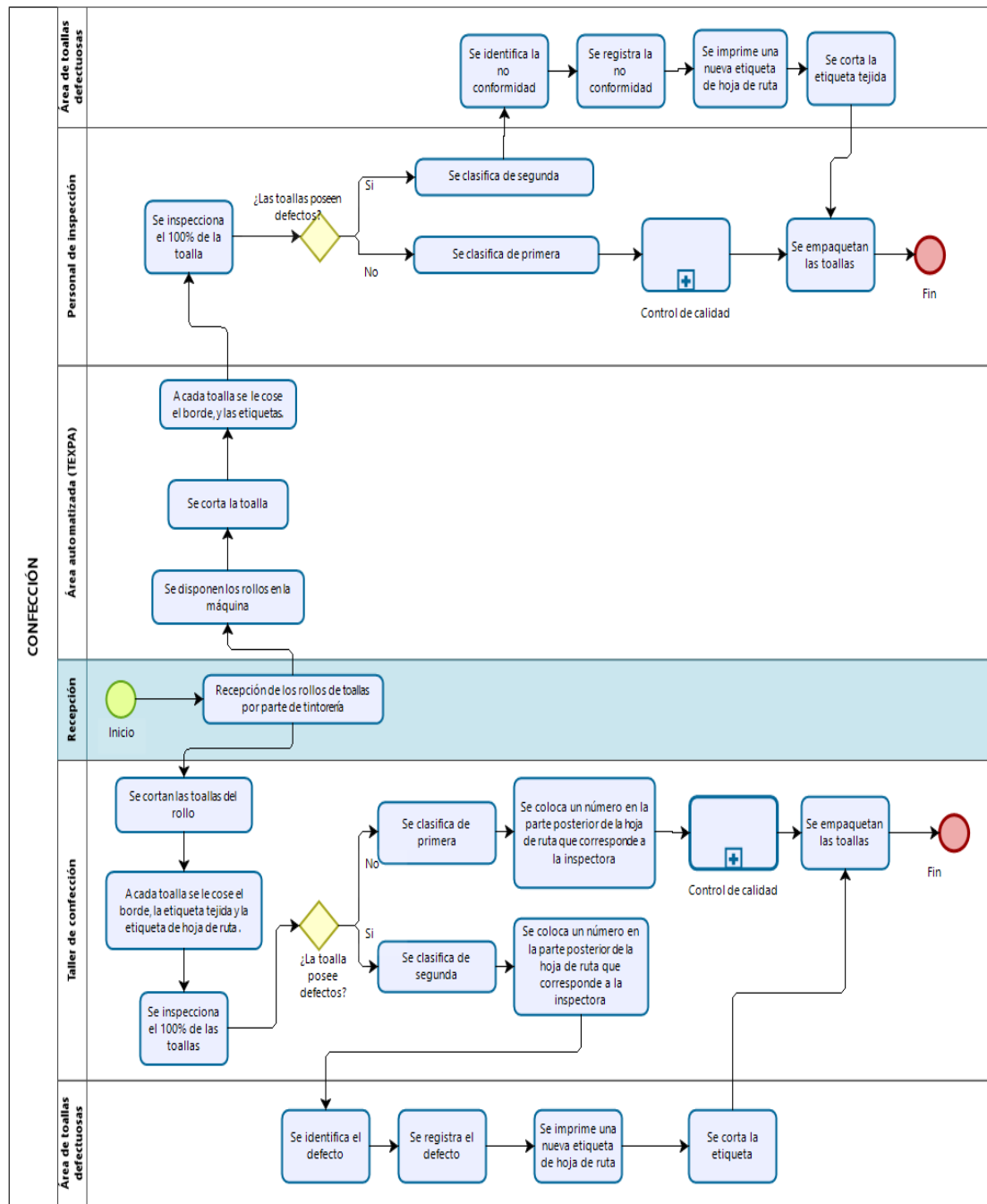


Figura 15. Diagrama de proceso de confección.  
Fuente: propia

## 4.5 Determinar los factores que influyen sobre la variabilidad de las dimensiones de las toallas y la incorrecta clasificación de calidad

### 4.5.1 Diagrama causa – efecto

Una vez que se conoce cómo es el proceso productivo de los departamentos mencionados y los controles de calidad que se hacen en la empresa actualmente, se puede identificar una serie de factores que puedan estar causando esa discrepancia con lo esperado, por lo tanto, se hace importante realizar un diagrama Ishikawa para determinar los elementos que influyen en las constantes variaciones del largo y peso de las toallas, así como también los principios que inciden en que los productos sean mal clasificados en el departamento de confección.

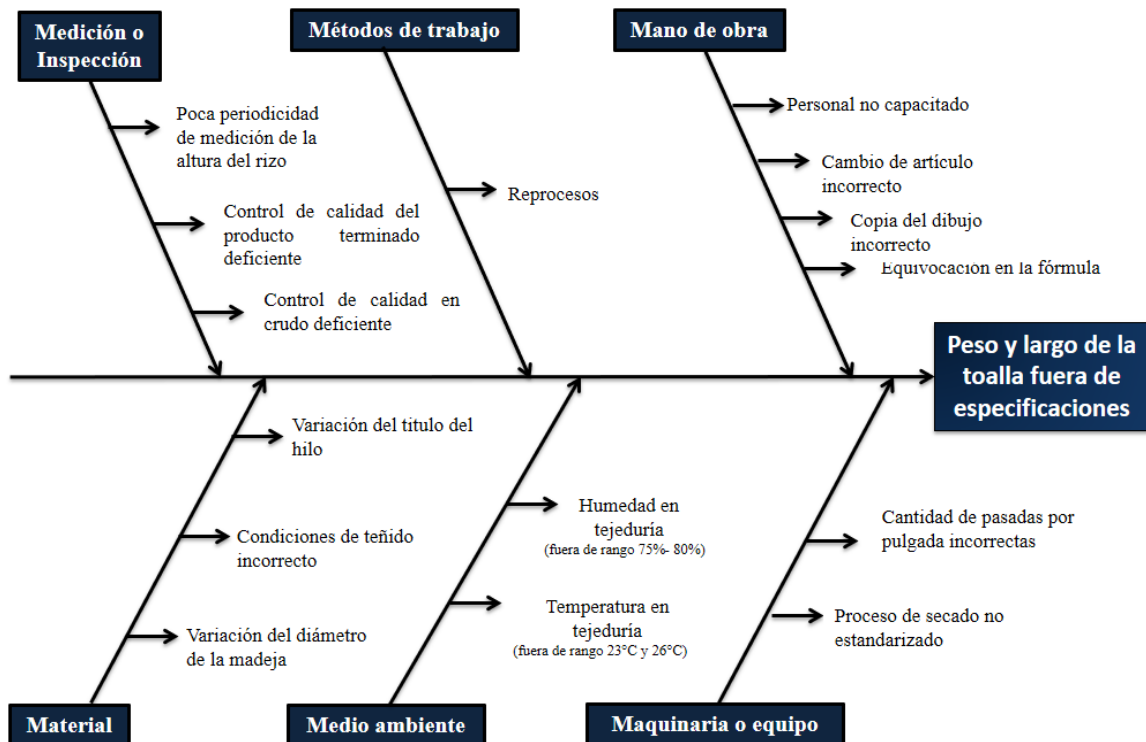


Figura 16. Diagrama Causa-efecto: Peso y largo fuera de especificaciones  
Fuente: propia

De acuerdo con el diagrama presentado, se muestra una tabla en el anexo F, permitiendo asociar el factor con los departamentos de producción donde se presenta y a su vez conocer en cuál de las variables (largo y/o peso) afecta.

De igual manera se presentan los factores que puedan estar originando el otro síntoma explicado, correspondiente a la incorrecta clasificación de las toallas según su calidad:

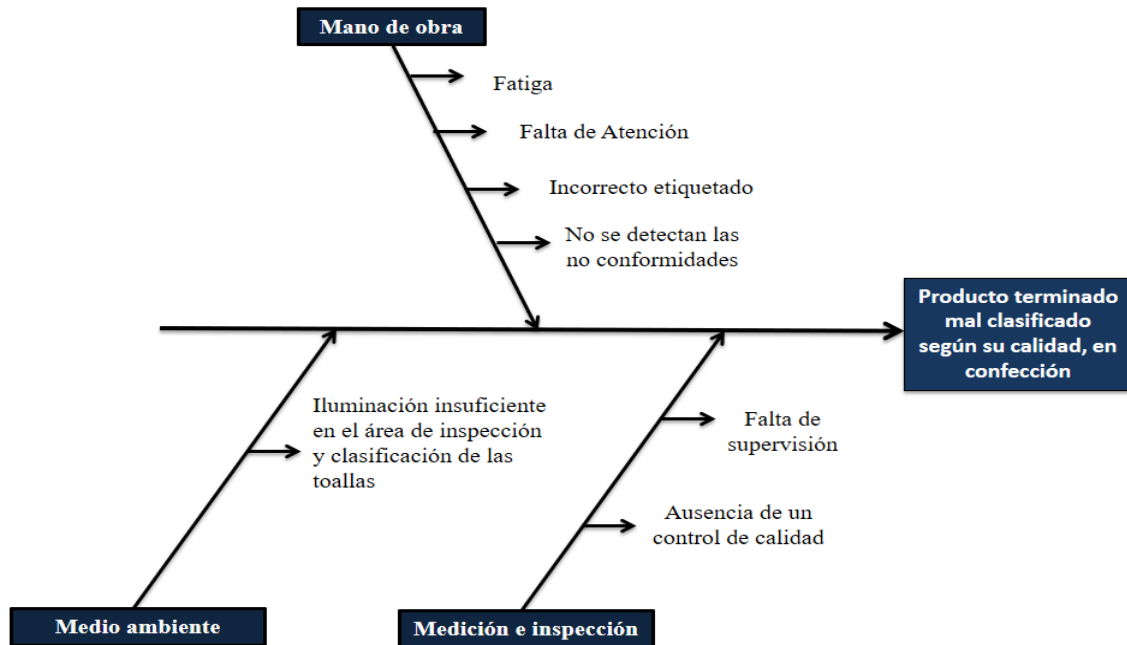


Figura 17. Diagrama Causa-efecto: Producto terminado mal clasificado según su calidad  
Fuente: propia

#### 4.5.2 Tabla de jerarquización “si es o no es”

De acuerdo a la identificación de los distintos factores que originan dichos síntomas, se hace necesario la implementación de la tabla de jerarquización “si es o no es” como una herramienta que permitirá filtrar aquellas causas con mayor probabilidad de ocurrencia, que se puedan controlar con mayor facilidad o simplemente seleccionar las que tienen mayor incidencia en el problema. Dicha elección se hizo con la ayuda de entrevistas no estructuradas con el personal de producción. En la Tabla 8, se muestra las causas raíces que se van a trabajar durante el Trabajo de Grado:

Tabla 8. Tabla de descarte para el largo y peso de las toallas fuera de especificaciones  
Fuente: propia

| Causa               | Sí | No | Justificación                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|----|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Personal capacitado | no | x  | El personal que se encuentra trabajando en tejeduría tienen en promedio más de 10 años de experiencia y por su rutina no hay una capacitación constante para obtener un trabajo basado en una mejora continua. |

|                                                      |          |          |                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------|----------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cambio de artículo incorrecto                        | <b>x</b> |          | Se ajustan las piezas del telar para producir el tipo de toalla deseado y de esta manera lograr las dimensiones esperadas de la toalla (altura de rizo, cantidad de pasadas, largo de la toalla, etc). |
| Copia del dibujo inadecuada                          | <b>x</b> |          | Si la copia del dibujo (manual) se realiza de manera incorrecta afecta las dimensiones.                                                                                                                |
| Equivocación en la fórmula                           |          | <b>x</b> | No incide notablemente en las dimensiones de las toallas, a pesar de que las sustancias químicas se pesan de manera manual, originando un alto margen de error.                                        |
| Reprocesos                                           |          | <b>x</b> | Es una actividad que ocurre con poca frecuencia en el departamento de tintorería. Se realiza cuando un lote no obtiene el color que se encuentra en la carta que se le ofrece al cliente.              |
| Poca periodicidad de medición de la altura de rizo   | <b>x</b> |          | Es una prueba que se realiza en crudo, pero se da con poca frecuencia debido a que afecta a una toalla del rollo ya que es la extracción de un hilo del tejido.                                        |
| Control de calidad del producto terminado deficiente | <b>x</b> |          | Es la única inspección que permite que se conozca el comportamiento real de las toallas cuando ya serán entregadas al cliente.                                                                         |
| Control de calidad del departamento de tejeduría     | <b>x</b> |          | Es la inspección inmediata de los rollos en crudo en el departamento de tejeduría.                                                                                                                     |
| Variación del título del hilo                        | <b>x</b> |          | Actualmente no existe un control de calidad exhaustivo.                                                                                                                                                |
| Condiciones de teñido incorrecto                     |          | <b>x</b> | No incide notablemente en las dimensiones de las toallas.                                                                                                                                              |
| Variación del diámetro de la madeja                  | <b>x</b> |          | Si el diámetro de las madejas es de mayor o menor proporción esto va a influir en la cantidad de hilo que el telar requiera para producir una toalla causando toallas con mayor o menor peso.          |

|                                            |          |                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Humedad fuera del rango                    | <b>x</b> | Si la humedad se encuentra fuera de rango influye directamente en el comportamiento del hilo al tejerse                                    |
| Temperatura fuera del rango                | <b>x</b> | Si la temperatura se encuentra fuera de rango influye directamente en el comportamiento del hilo al tejerse.                               |
| Cantidad de pasadas por pulgada incorrecta | <b>x</b> | Si la cantidad de pasadas es mayor o menor a lo estipulado las dimensiones y el peso puede verse afectado.                                 |
| Proceso de secado no estandarizado         | <b>x</b> | Actualmente se está utilizando una secadora distinta, por lo tanto, los resultados que posee la toalla pueden ser distintos a lo habitual. |

De igual manera se realizó la misma tabla de jerarquización al otro síntoma a trabajar correspondiente a la Figura 17

Tabla 9. Tabla de jerarquización “Si es o no es”. Producto terminado mal clasificado según su calidad  
Fuente: propia

|                     | <b>Causa</b>                        | <b>Sí</b> | <b>No</b> | <b>Justificación</b>                                                                                                                                                     |
|---------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Mano de obra</b> | Fatiga                              |           | <b>x</b>  | Actualmente la producción es reducida, por lo tanto disponen a las operarias a otras labores.                                                                            |
|                     | Falta de atención                   | <b>x</b>  |           | Pueden existir distracciones que afecten la labor del personal.                                                                                                          |
|                     | Personal no capacitado              | <b>x</b>  |           | Es un personal con bastante antigüedad en el área de confección y por su rutina no hay una capacitación constante para obtener un trabajo basado en una mejora continua. |
|                     | Incorrecto etiquetado               |           | <b>X</b>  | Es una actividad con poca frecuencia de ocurrencia.                                                                                                                      |
|                     | No se detectan las no conformidades | <b>x</b>  |           | No se distinguen los desperfectos a las toallas originando que sean mal clasificadas de acuerdo a su calidad (primera o segunda).                                        |

|                       |                                                                                |   |  |                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Medio Ambiente        | Iluminación inadecuada en el área de inspección y clasificación de las toallas | x |  | Las áreas de inspección y clasificación no cuentan con la cantidad de iluminación necesaria para detectar las no conformidades.                                                     |
|                       | Falta de supervisión                                                           | x |  | No se da una supervisión adecuada de las actividades realizadas                                                                                                                     |
| Medición e inspección | Ausencia de un control de calidad                                              | x |  | No existe un sistema de control de calidad que supervise las toallas luego de ser manipuladas por el personal para su corte, costura y clasificación según la calidad de la toalla. |
|                       |                                                                                |   |  |                                                                                                                                                                                     |

#### 4.5.3 Diagrama campo de fuerza

Gracias a la selección de las causas que se van a trabajar e investigar es importante identificar aquellos factores que debilitan o fortalecen a los síntomas que posee C.A Telares de Palo Grande con respecto a la calidad del producto terminado y de igual manera conocer cuáles son las causas más predominantes y abordarlos.

Para poder lograr esta identificación, en primer lugar, se acudió a la realización de encuestas a trabajadores con el conocimiento suficiente sobre el proceso productivo, para conocer su opinión acerca del nivel de influencia y la factibilidad de ocurrencia que creen que poseen los factores conocidos mediante el diagrama Causa-efecto, colocando en el formato entregado el número 3 si considera que es bajo, 6 si es medio o 9 si es alto para ambas evaluaciones (ver anexo G). Dicha herramienta se utilizó como base para el investigador para poder realizar el diagrama de campo de fuerzas e indicar el grado de ocurrencia y factibilidad de acuerdo a su criterio ya que los resultados obtenidos de las encuestas en ocasiones son muy distantes, lo cual crea falta de claridad en el estudio. Para mayor detalle ver anexo G3.

En la siguiente representación se demuestran los factores que por su definición debilitan o fortalecen las problemáticas presentes: peso y largo fuera de especificaciones, y el producto terminado mal clasificado. Además, se muestra en la Tabla 10 y Tabla 11 los factores que se deben afrontar primero, debido a que refleja un alto puntaje según la factibilidad de ocurrencia y el efecto que tiene en el problema.

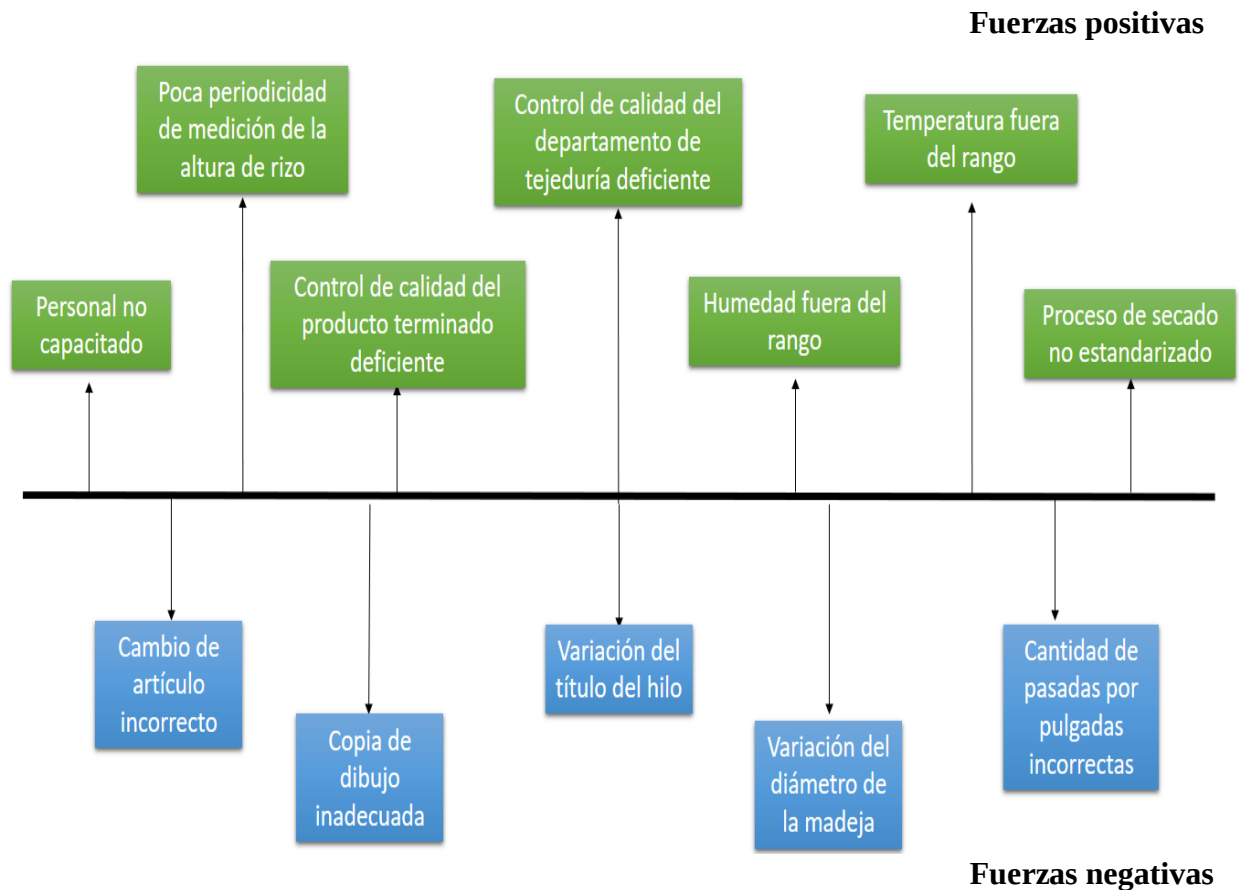


Figura 18. Análisis de campo de fuerzas.  
Fuente: propia

En la siguiente tabla se conocerán los puntajes que obtuvo cada factor para cada evaluación y mediante la multiplicación de ambos valores se puede conocer cuáles son los aspectos a tratar con mayor urgencia y de esta manera contrarrestar su influencia:

Tabla 10. Priorización de fuerzas con respecto al largo y peso fuera de especificaciones  
Fuente: propia

| Campo de fuerzas                                            |                            |        |       |                                             |                            |        |       |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------|--------|-------|---------------------------------------------|----------------------------|--------|-------|
| Fuerzas positivas                                           |                            |        |       | Fuerzas negativas                           |                            |        |       |
| Factor (fuerzas)                                            | Factibilidad de ocurrencia | Efecto | Total | Factor (fuerzas)                            | Factibilidad de ocurrencia | Efecto | Total |
| Personal no capacitado                                      | 3                          | 9      | 27    | Cambio de artículo incorrecto               | 3                          | 9      | 27    |
| Poca periodicidad de medición de la altura de rizo          | 6                          | 9      | 54    | Copia del dibujo inadecuada                 | 3                          | 9      | 27    |
| Control de calidad del producto terminado deficiente        | 9                          | 9      | 81    | Variación del título del hilo               | 3                          | 9      | 27    |
| Control de calidad del departamento de tejeduría deficiente | 6                          | 9      | 54    | Variación del diámetro de la madeja         | 9                          | 3      | 27    |
| Humedad en tejeduría fuera del rango                        | 9                          | 9      | 81    | Cantidad de pasadas por pulgada incorrectas | 3                          | 9      | 27    |
| Temperatura en tejeduría fuera del rango                    | 6                          | 6      | 36    |                                             |                            |        |       |
| Proceso de secado no estandarizado                          | 9                          | 9      | 81    |                                             |                            |        |       |

Como se puede observar, hay 3 factores en las fuerzas positivas que son las que poseen mayor puntaje, específicamente con 81, y las cuales corresponden a los primeros factores que deben ser analizados.

Seguidamente se repite el mismo gráfico, pero para la segunda problemática a tratar correspondiente al producto terminado mal clasificado en el departamento de confección, según su calidad, en el cual se reflejan 4 fuerzas positivas y 2 negativas. Observando también el puntaje por cada factor, permitiendo identificar la causa más importantes para comenzar a investigar y abordar

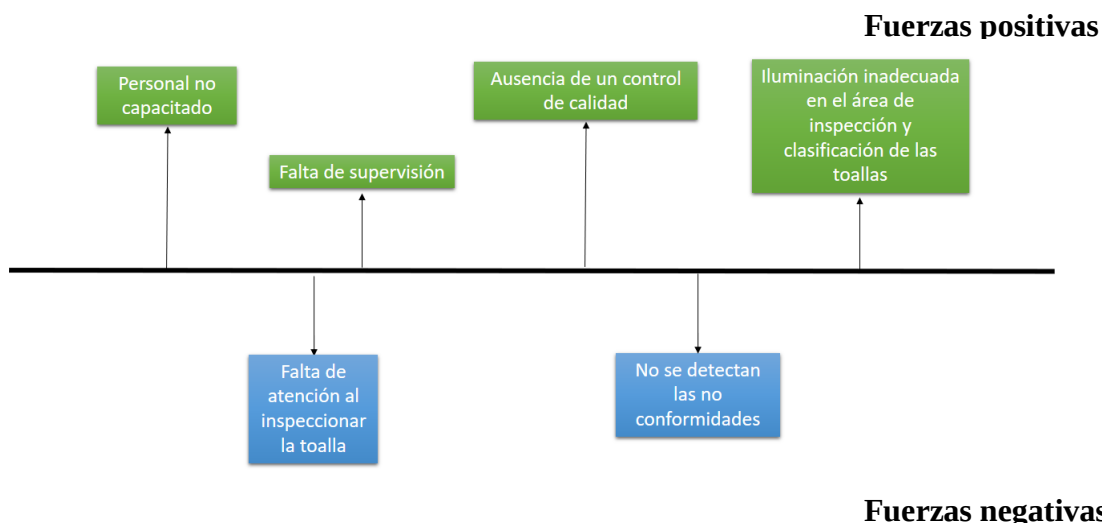


Figura 19. Analisis de campo de fuerzas.

Fuente: propia

Tabla 11. Priorización de fuerzas con respecto al producto terminado mal clasificado

Fuente: propia

| Campo de fuerzas                                                               |                            |        |       |                                             |                            |        |       |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------|-------|---------------------------------------------|----------------------------|--------|-------|
| Fuerzas positivas                                                              |                            |        |       | Fuerzas negativas                           |                            |        |       |
| Factor (fuerzas)                                                               | Factibilidad de ocurrencia | Efecto | Total | Factor (fuerzas)                            | Factibilidad de ocurrencia | Efecto | Total |
| Personal no capacitado                                                         | 3                          | 9      | 27    | Falta de atención al inspeccionar la toalla | 6                          | 9      | 54    |
| Falta de supervisión                                                           | 3                          | 3      | 9     | No se detectan las no conformidades         | 9                          | 9      | 81    |
| Ausencia de un control de calidad                                              | 9                          | 9      | 81    |                                             |                            |        |       |
| Iluminación inadecuada en el área de inspección y clasificación de las toallas | 9                          | 9      | 81    |                                             |                            |        |       |

#### **4.6 Analizar las causas de los factores determinados que intervienen en el control de calidad del producto terminado.**

Para realizar el análisis de los factores que influyen en cada uno de los procesos productivos que intervienen en el control de calidad del producto terminado, se utilizan entrevistas no estructuradas, a trabajadores relacionados con los departamentos de producción, para conocer las causas de los factores, Además, se utiliza la observación directa para conocer el desarrollo de cada actividad, permitiendo entender aún más el proceso, creando una visión crítica. La herramienta que es oportuna para cumplir con el objetivo es la aplicación de la herramienta ¿Por qué Por qué? la cual te obliga a buscar el motivo de la causa y conocer su origen hasta su último motivo generando una cadena de causas. Este diagrama se realizó para cada factor seleccionada luego de la tabla de jerarquización “si es o no es” de ambos síntomas expuestos en el Trabajo de Grado. A continuación, se describe cada uno de ellos.

#### 4.6.1 Diagrama ¿Por qué Por qué? sobre la variabilidad en las dimensiones de las toallas.

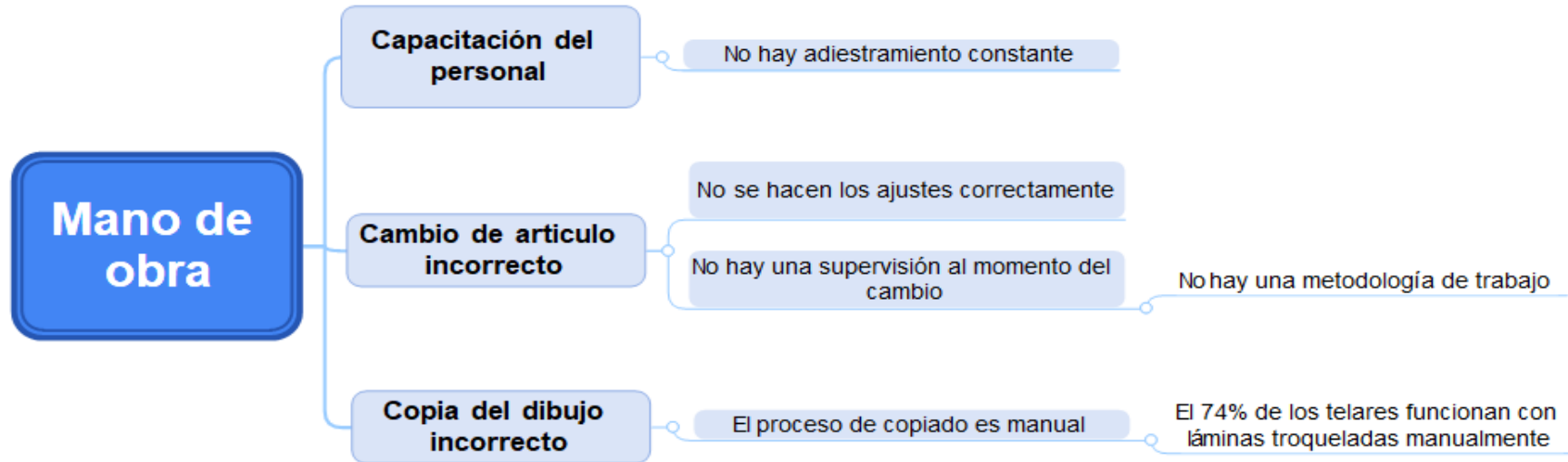


Figura 20. Diagrama ¿Por qué Por qué? para mano de obra, sobre la variabilidad en las dimensiones de las toallas.

Fuente: propia

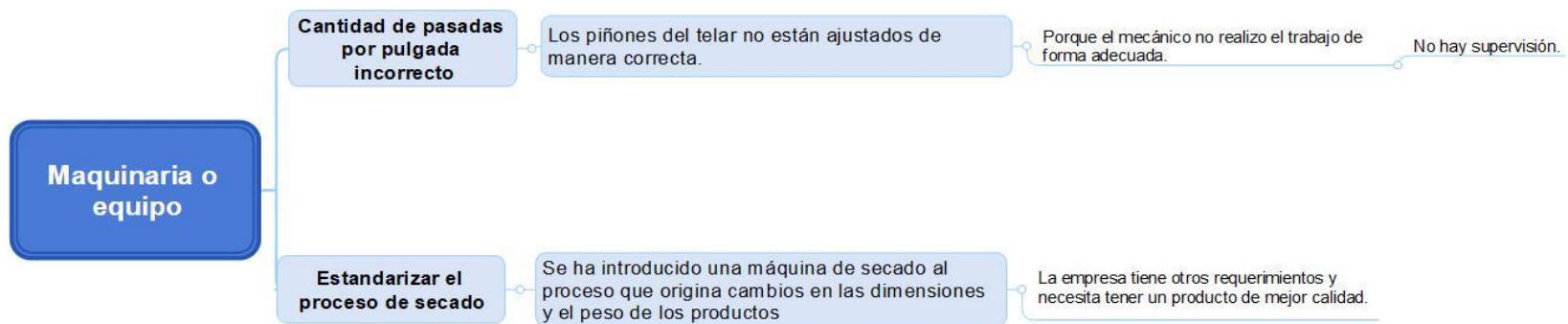


Figura 21. Diagrama ¿Por qué Por qué? para maquinaria o equipo, sobre la variabilidad en las dimensiones de las toallas.

Fuente: propia

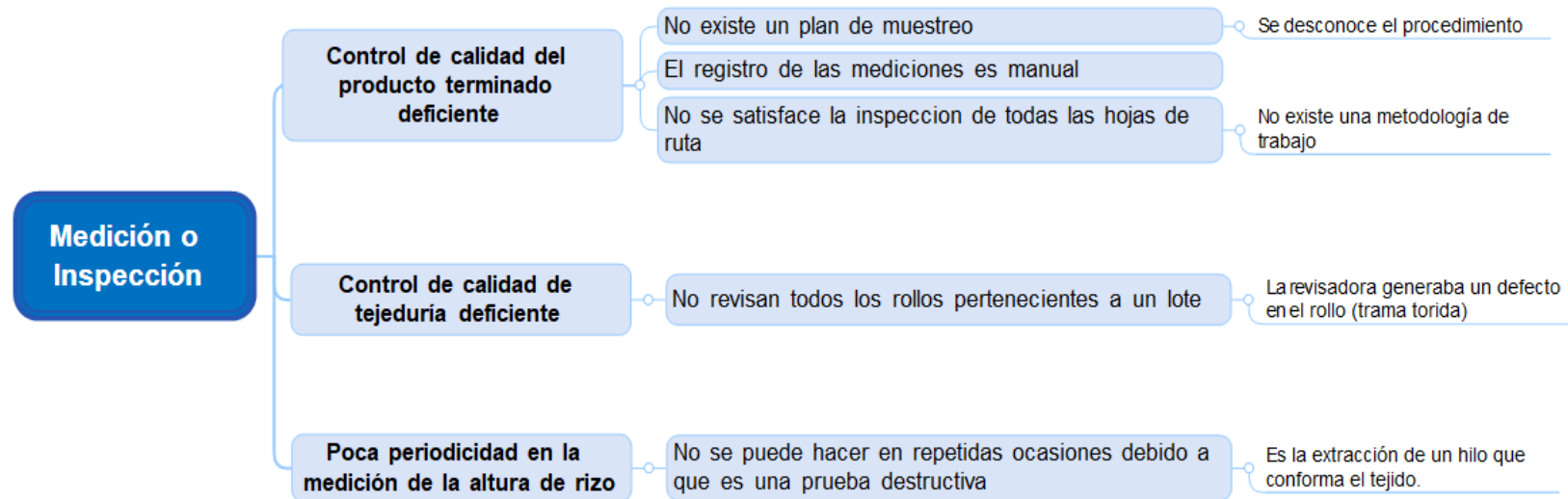


Figura 22. Diagrama ¿Por qué Por qué? para medición e inspección, sobre la variabilidad en las dimensiones de las toallas.  
Fuente: propia

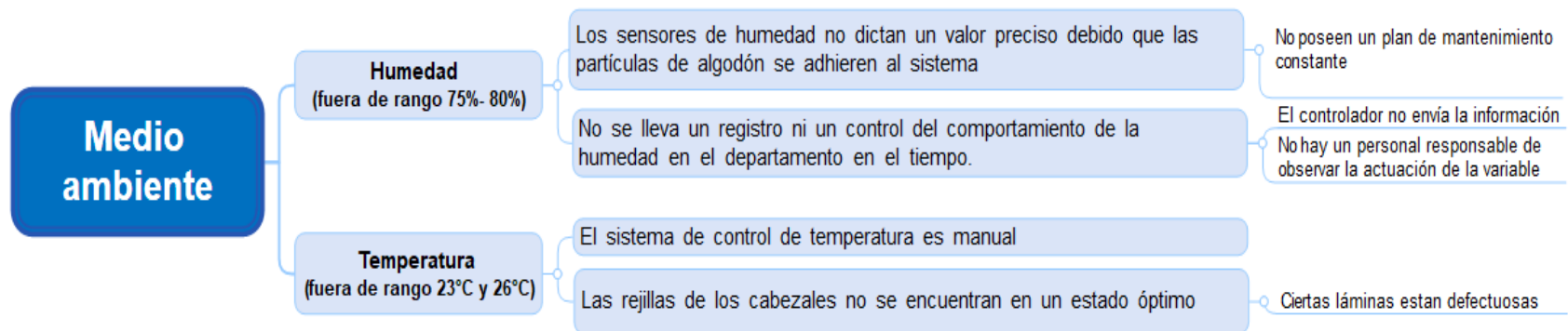


Figura 23. Diagrama ¿Por qué Por qué? para medio ambiente, sobre la variabilidad en las dimensiones de las toallas.  
Fuente: propia

#### 4.6.2 Diagrama ¿Por qué Por qué? sobre el incorrecto clasificado de las toallas según su calidad.

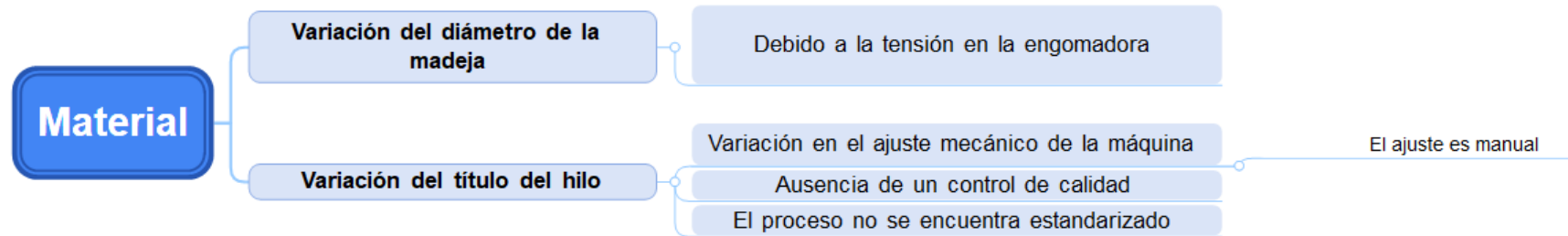


Figura 24. Diagrama ¿Por qué Por qué? para material, sobre la variabilidad en las dimensiones de las toallas.

Fuente: propia

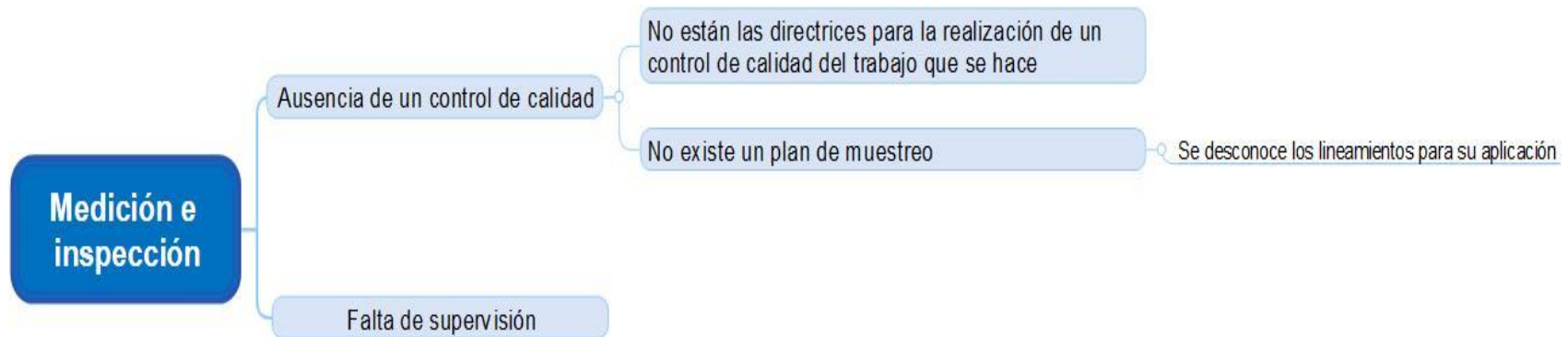


Figura 25. Diagrama ¿Por qué Por qué? para medición e inspección, sobre el incorrecto clasificado de las toallas según su calidad.

Fuente: propia

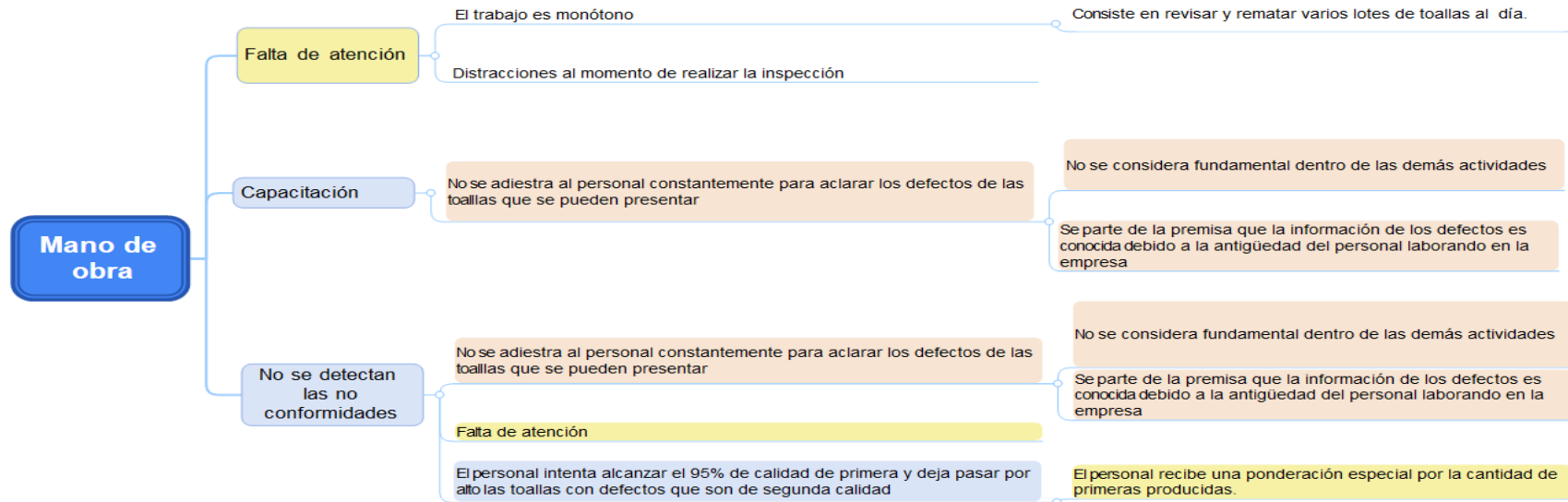


Figura 26. Diagrama ¿Por qué Por qué? para mano de obra, sobre el incorrecto clasificado de las toallas según su calidad.  
Fuente: propia

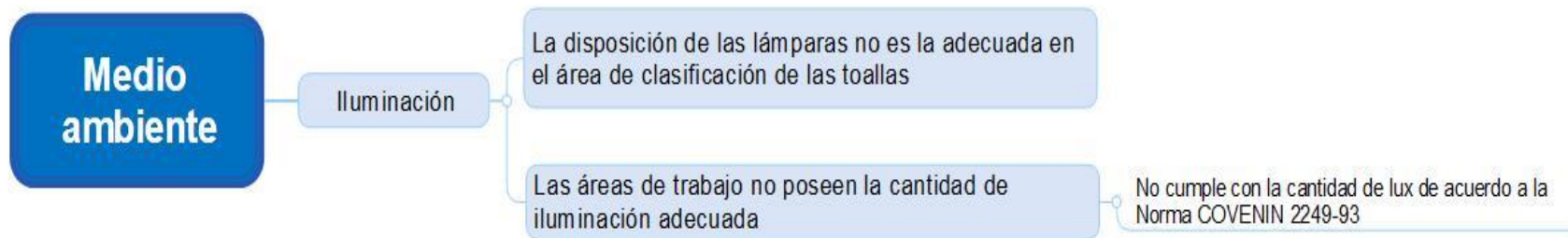


Figura 27. Diagrama ¿Por qué Por qué? para medio ambiente, sobre el incorrecto clasificado de las toallas según su calidad.  
Fuente: propia

## 5 Capítulo V: Diseño de mejoras

En este capítulo se describe el diseño de nuevos controles de calidad, procedimientos y actividades que permitan mitigar las causas y factores que originan las problemáticas descritas en el trabajo de grado. Para eso es importante implementar la herramienta ¿Cómo? partiendo de los factores y el análisis de sus causas, permitiendo plasmar las soluciones pertinentes que se pueden observar en el anexo H y que se van a desarrollar a detalle basándose en aquellos factores que tienen mayor peso en el diagrama de campo de fuerzas.

### 5.1 Procedimiento para el control de calidad del producto terminado en confección

Para poder contrarrestar el factor que evidencia que se está realizando un deficiente control de calidad, conocer a fondo el verdadero comportamiento de las toallas y que hay una ausencia de control de las actividades realizadas en el departamento de confección con respecto a la clasificación de las toallas según su calidad, se hace relevante realizar un procedimiento para el control de calidad de las toallas confeccionadas considerando la inclusión de la estadística como una herramienta para conocer la cantidad de muestras a seleccionar, establecer la técnica de muestreo y de esta manera garantizar la validez de los datos que se obtendrán con la realización de diversas pruebas.

Es importante recalcar que se considera de gran importancia este apartado ya que es la única evaluación que se le hace a las toallas antes de ser entregadas a los clientes interesados en adquirir dichos productos y donde se obtienen las medidas y características reales de la producción que permiten convertirse en información histórica o de apoyo para conocer el comportamiento de la manufactura de las toallas y de esta manera tomar decisiones oportunas para el control o cambios en los procesos.

#### 5.1.1 Tamaño de muestra requerido para inspeccionar

Utilizando la ecuación descrita en el apartado 2.12.2, se calcula el tamaño de muestra, obtenido gracias a información histórica del año 2017, para el largo, ancho y peso. Como se puede observar en la Tabla 12 se muestra el “n” asociado a cada variable, en el cual se selecciona el valor más crítico de los tres, pero para mayor facilidad del inspector, se

selecciona un número uniforme para todos los productos, el cual corresponde a un valor superior al real que va a satisfacer de igual manera la inspección de las toallas de primera calidad. Por otra parte, es importante mencionar el tipo de muestreo que es recomendable seguir para escoger las toallas, el cual corresponde a un muestreo sistemático que consiste en enumerar del 1 al  $N^1$  en cierto orden la población, conocer el valor de “n” elementos y determinar “k” que es igual a  $N/n$  quien va a determinar cada tantos “k” se va a seleccionar una toalla de la población.

A continuación, se presenta el tamaño de la muestra que se debe seleccionar para los productos que se sometieron a estudio, con una confianza del 95%. Y un error relativo del 0.015. En el anexo I1.2, se pueden observar más detallado el tamaño de muestra para los demás productos y el cálculo respectivo

Tabla 12. Tamaño de muestra

Fuente: propia

| TAMAÑO DE MUESTRA |                   | ERROR<br>RELATIVO: 0,015 | ERROR<br>RELATIVO: 0,015 | ERROR<br>RELATIVO: 0,015 |               |                    |
|-------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------|--------------------|
| REF               | NOMBRE            | LARGO                    | ANCHO                    | PESO                     | n <i>real</i> | n <i>propuesto</i> |
| 230               | Jumbo New Classic | 3                        | 1                        | 11                       | <b>11</b>     | 20                 |
| 231               | Baño New Classic  | 4                        | 1                        | 16                       | <b>16</b>     | 20                 |
| 232               | Mano New Classic  | 2                        | 0                        | 12                       | <b>12</b>     | 20                 |
| 300               | Jumbo Sensación   | 4                        | 1                        | 17                       | <b>17</b>     | 20                 |
| 301               | Baño Sensación    | 4                        | 1                        | 15                       | <b>15</b>     | 20                 |
| 305               | Baño Tres 80      | 2                        | 1                        | 8                        | <b>8</b>      | 20                 |
| 308               | Mano Tres 80      | 3                        | 1                        | 5                        | <b>5</b>      | 20                 |

### 5.1.2 Procedimiento a realizar para la inspección a las muestras seleccionadas

El procedimiento paso a paso que se debe seguir para seleccionar las muestras, realizar las pruebas a cada toalla seleccionada y de esta manera garantizar la validez de los datos se describe en el siguiente apartado. (Para mayor detalle ver el anexo I1.):

<sup>1</sup> “N” corresponde a la cantidad de toallas que posee la hoja de ruta a inspeccionar.

- 1) Acudir a la Texpa o Taller de confección para disponerse a tomar las muestras. Es importante destacar que la selección de las toallas debe hacerse en el área de taller confección o en el área automatizada, pero no se deben mezclar las toallas con distintas procedencias en un mismo estudio.
- 2) Conocer el tamaño de muestra (n) a seleccionar de acuerdo a la referencia que se va a revisar, tomando en consideración la hoja de ruta determinada.
- 3) Seleccionar las muestras a través de la técnica de muestreo sistemático, para eso es importante:
  - a) Conocer la cantidad de toallas que posee la hoja de ruta (N)
  - b) Conocer el tamaño de muestra a seleccionar (n)
  - c) Seleccionar “x” toallas y tomar una
  - d) De acuerdo al valor obtenido se cuenta “x” veces y se toma una muestra
  - e) Se repite este procedimiento hasta completar el tamaño de muestra predeterminado (n).

#### 5.1.2.1 Inspector de calidad

- 4) Con un lector, examinar el código de barra cada toalla, el cual va a registrar de manera inmediata, la hoja de ruta, referencia, color, el número de la costurera y manual colocar el número correspondiente a la clasificadora en SISAP.
- 5) Realizar las siguientes pruebas a cada una de las toallas previamente seleccionadas:
  1. Medición del largo de la toalla (cm).
  2. Medición del ancho de la toalla (cm).
  3. Medición del peso de la toalla (gr).
  4. Evaluación de la clasificación con respecto a la calidad de la toalla
  5. Evaluación de la costura.
  6. Evaluación de la etiqueta código de barra
  7. Evaluación de la etiqueta tejida
  8. Evaluación del tacto
  9. Evaluación de la absorción.

Considerando las distintas evaluaciones que se le deben realizar a una pequeña muestra del producto terminado permite tener un sondeo del comportamiento de las toallas y

tener una recopilación de un conjunto de informaciones que deben ser utilizadas para analizar el procedimiento real del proceso productivo.

Se determinaron estas pruebas ya que es la oportunidad de supervisar las actividades realizadas en el departamento de confección, conocer la cantidad de toallas de segunda que están siendo clasificadas de primera en la cantidad de muestra seleccionada, permitiendo llevar una estadística y además de conocer las dimensiones y el peso de las toallas.

6) Generar el reporte de SISAP

7) Enviar el reporte al supervisor de confección, jefe de planta textil y gerente de producción “**diariamente**”.

### 5.1.3 Análisis de los datos obtenidos

A continuación, se hace importante analizar los datos recolectados a través de indicadores y la realización de graficas de control que permitirá determinar la variabilidad del proceso y si se encuentra bajo control o no.

#### 5.1.3.1 Indicadores

$$\text{Índice}_{de T.de 2da} = \frac{\text{Número de unidades de segunda}}{\text{Número de unidades revisadas}} \quad (13)$$

$$\text{Índice}_{de T.con \text{ etiquetado incorrecto}} = \frac{\text{Número de unidades con etiquetado incorrecto}}{\text{Número de unidades revisadas}} \quad (14)$$

$$\text{Índice}_{de T. fuera de rango^2} = \frac{\text{Número de unidades fuera de especificaciones}}{\text{Número de unidades revisadas}} \quad (15)$$

$$\text{Hojas de rutas inspeccionadas} = \frac{\text{Número de hojas de rutas revisadas}}{\text{Número de hojas de rutas confeccionadas}} \quad (16)$$

---

<sup>2</sup> Se especifica la aplicación de dicho indicador para cada una de las variables inspeccionadas (largo, ancho y peso)

### 5.1.3.2 Gráficos de control

El objetivo de esta grafica es determinar la variabilidad del proceso y determinar si se encuentra bajo o fuera de control. Además de permitir ver, si los cambios son atribuibles al azar o son naturales ya que la probabilidad de estar dentro de los límites es 3 desviaciones estándar, esto quiere decir que si una hoja de ruta cae fuera de estos límites fue por alguna razón que se debe investigar. Así mismo al ver la tendencia de los datos se tendrá fundamentos para cambiar algún parámetro dentro del proceso.

Los gráficos de control se implementarán a las siguientes variables: largo y peso

Para determinar la calidad de la toalla de acuerdo a las dimensiones, es necesario tener en cuenta las hojas de rutas inspeccionadas, correspondiente a la misma referencia, la cual posee 20 muestras (n) y graficarlas de acuerdo a las formulas detalladas en el apartado 2.11.1.

## 5.2 Control de la humedad relativa en el departamento de tejeduría

La humedad es una variable importante en el departamento de tejeduría ya que influye en el comportamiento del hilo, es decir, si la humedad disminuye, rompe el hilo ya que el mismo se seca y se debilita, de lo contrario humedece la felpa y el rizo cae o disminuye, originando variación en el peso o defectos en el tejido.

Con respecto a la información recolectada durante el período de estudio se puede observar que la humedad tiene una conducta variable en el tiempo, presentándose en distintos meses con picos o con ciertos valores durante el mes, superiores o inferiores al valor esperado, presentándose como valor mínimo y máximo registrado en el período estudiado (enero 2017- mayo 2018), 68% Hr (febrero del 2018) y 87% (Hr en el mes de agosto del 2017), respectivamente. Es por eso que se hace importante plantear los siguientes aspectos:

### 5.2.1 Rutina de comprobación de la humedad relativa detectada por el controlador de encendido y apagado

En primer lugar, es importante configurar los parámetros como: nivel inferior, superior, estándar, histéresis entre otros, para validar que la detección de la humedad actúe de manera correcta e inmediata. Seguidamente, se plantea la revisión periódica de los valores que arroja el controlador comparándolo con el psicómetro, el cual se considera el método tradicional de conocer el contenido de agua en el ambiente, ya que partiendo del termómetro de bulbo

húmedo y bulbo seco realizan un cálculo a partir de la diferencia de temperatura entre ambos equipos conociendo el valor de dicha variable sometida a estudio. Este método permitiría comprobar que el valor que arroja el controlador es correcto, de lo contrario es importante recurrir a calibrar el equipo. Para conocer el tiempo de verificación ver la Figura 28

### 5.2.2 Mantenimiento del sensor de humedad relativa

El sensor de humedad relativa que se encuentra en el departamento de tejeduría está expuesto a un aire contaminado debido a que en el entorno hay presencia de partículas de algodón que se pueden adherir a las sondas que detectan la humedad originando que arroje lecturas erróneas. Es por eso que se hace necesario retirar el sensor de protección para limpiarlo. El mecanismo del mismo consiste en desplazar un cepillo suave sobre el sensor para eliminar las partículas de suciedad. Es importante destacar que no se debe usar ningún tipo de concentración de alcohol o amoníaco. De acuerdo a lo descrito, se esboza un plan o rutina de mantenimiento como se muestra a continuación:

1. Mantenimiento del sensor de humedad relativa
2. Rutina de comprobación de la humedad relativa por parte del controlador

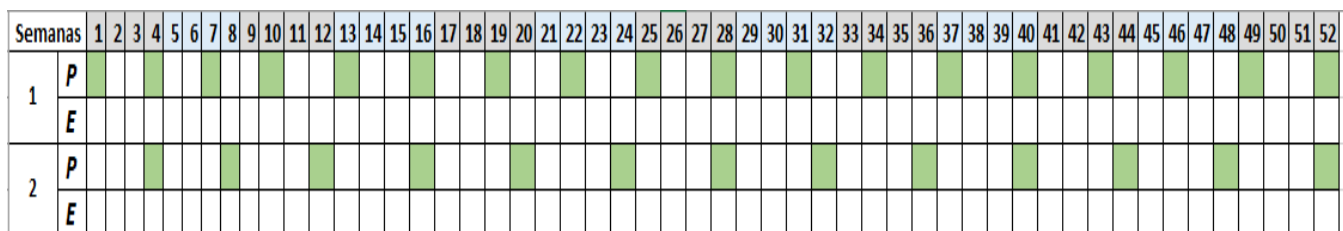


Figura 28. Diagrama Gantt para el control de la humedad.  
Fuente: propia

### 5.2.3 Método de registro de los datos históricos de la humedad

Actualmente, para controlar la humedad relativa se tiene un sistema automatizado en el cual intervienen dos sensores digitales de humedad relativa que permiten detectar la cantidad de vapor de agua que se encuentra en el ambiente de tejeduría, colocado cada uno en lugares estratégicos del departamento. A su vez el sistema posee un transmisor que está conectado a un controlador “on/off” de humedad el cual arroja el valor que se tienen en ambos puntos del departamento, si el mismo se encuentra fuera de los valores especificados se encarga de emitir la señal a una válvula solenoide cerrando o permitiendo el paso del fluido, hacia el exterior.

Todos estos valores que son arrojados por el sistema descrito no son registrados, ni existe un control de las condiciones ambientales que se puedan presentar con respecto a los datos presentados en el tiempo, es por eso que se plantea la importancia que se tiene de instalar un registrador de datos inalámbrico de humedad: OM-EL-WIFI-TH (Ver anexo I2) el cual a través de unos sensores internos mide la humedad del entorno. Los datos se transmiten de forma inalámbrica a través de una red Wi-Fi a una PC y pueden ser usados a través de un software instalado en la computadora, permitiendo la configuración de datos registro, revisión de los valores, frecuencia de muestreo y alarmas alta/baja, además se pueden visualizar los datos través de una herramienta grafica o exportados a Excel.

El registro de los datos permitirá conocer el comportamiento de la humedad en el tiempo y de esa manera identificar, si existe alguna disconformidad con los tejidos producidos, las condiciones ambientales a los cuales fue sometido y evaluar entre todas las variables que influyen en obtener un rollo de toallas de calidad, si la humedad ha estado afectando negativamente al mismo. Ésta comprobación se podrá realizar siempre y cuando se lleve un registro y análisis de su tendencia en el tiempo.

### **5.3 Control de calidad de los rollos en crudo en el departamento de tejeduría**

El control de calidad en tejeduría representa uno de los puntos críticos o más importantes durante el proceso de elaboración de la toalla, ya que de acuerdo a los parámetros establecidos en crudo previamente por la empresa, se puede detectar si el proceso sufre una disconformidad de acuerdo a sus dimensiones o defectos del tejido y notificar de manera inmediata al departamento. Permitiría también, llevar un registro de las irregularidades que suceden por telar y catalogar su causa de modo de llevar un control de la secuencia de los mismos y buscar su solución.

Es por ello que se plantea la necesidad de inspeccionar el 100% de los rollos de toallas, es decir, el lote completo, ya que es importante determinar la calidad del rollo, pues de esa manera se evita el pase a los procesos siguientes de piezas defectuosas, que podrían ocasionar gasto innecesario de insumos, energía, horas-hombre. Además, con un método adecuado de trabajo, pueden corregirse defectos de máquina en forma oportuna. Dicha inspección completa, facilitaría conocer con más precisión el resultado final de la toalla, el

comportamiento de la madeja respectiva y además detectar algún defecto del tejido que posee cada uno de los rollos realizados en el telar.

En la actualidad, el sistema SISAP genera graficas de especificaciones por telar, de un período previsto con respecto al largo, ancho y peso, por lo tanto, se hace importante llevar este control visual con mayor detenimiento de modo de poder corregir las irregularidades para próximas producciones con respecto a la cantidad de pasadas, fallas en el dibujo colocado, patrullaje etc. Aunado a este análisis, también se especifica la importancia de tener un control de la cantidad de defectos que se origina en la producción por telar y realizar graficas de control por atributos de modo de conocer el telar con mayor origen de disconformidades y hacer las prevenciones y correcciones necesarias de los que se encuentren fuera de los límites.

Por otra parte, se esboza la importancia de crear un sistema de identificación asociado a la calidad del rollo con respecto a sus dimensiones y defecto, de modo que al momento que el trabajador determine los rollos que se van a teñir en tintorería pueda conocer el estado del mismo, además de ser un indicador de la cantidad de rollos que están correctos y cuántos no. Por lo tanto, una vez que cada uno de los rollos sean inspeccionados y detallado la información en SISAP, se catalogue su grado de conformidad con la siguiente simbología: “A” si las dimensiones (ancho, largo y peso) están dentro del rango de tolerancia y no poseen defectos, de lo contrario se especifique con la letra “B”, e indicar la razón de la categorización.

Este nuevo sistema planteado, ayuda a evitar que el trabajador que realice la requisición pida un rollo el cual tiene una desviación considerable con respecto a sus dimensiones o que el rollo solicitado posea una mancha de aceite o de grasa (por ejemplo) y sea destinado a teñirlo para colores claros generando toallas de segunda por error de producción.

#### **5.4 Dictar adiestramiento sobre las no conformidades que se pueden visualizar en el departamento de confección**

- Es importante actualizar los defectos y proponer aquellos que puedan visualizarse con detenimiento en confección, debido a que ciertos desperfectos que se encuentran actualmente en el departamento, corresponden a no conformidades que pueden

atribuírsele a las toallas únicamente cuando se tiene presente el lote o antes de pasar por el proceso de teñido y acabado.

- Es necesario dictar un adiestramiento a los trabajadores que realizan la labor de inspeccionar y clasificar las toallas, así como también de los interesados en el área de tejeduría y tintorería con el propósito de unificar criterios y entender el motivo y el diseño del defecto, además de aclarar los defectos que puedan convertir a la toalla en segunda calidad.

### 5.5 Diseño de una nueva distribución de las lámparas necesarias para permitir obtener la iluminación requerida de acuerdo a la norma COVENIN 2249-93 en el área de clasificación de la toalla según su calidad.

La Tabla 5 expone que para una tarea de inspección en una fábrica textil, es necesario 2000 lux como mínimo valor en las mesas de trabajo para inspeccionar las toallas y clasificarlas según su calidad, debido a que actualmente el espacio para realizar la actividad no cumple con esa especificación. De acuerdo a mediciones que realiza el investigador, las mesas reciben en promedio entre 336 a 377 lux, por lo tanto, se hace preciso calcular la cantidad de lámparas necesarias para cubrir la demanda requerida, usando la fórmula del apartado 2.8 (ver anexo I4.1) , arrojando los siguientes valores:

Tabla 13. N° de luminarias teóricos.

Fuente: propia

| Espacio | Em (lux) | N° de lum |
|---------|----------|-----------|
| mesa 1  | 2000     | 17        |
| mesa 2  | 2000     | 5         |
| mesa 3  | 2000     | 6         |
| mesa 4  | 2000     | 10        |

El número de luminarias calculado es superior al espacio disponible, aunado a esto, no proporciona el valor real necesario en el espacio de confección, ya que no se están tomando en consideración la disposición general de las luminarias actuales como se muestra en la Figura 29 y los lux aportados, es por ello que el

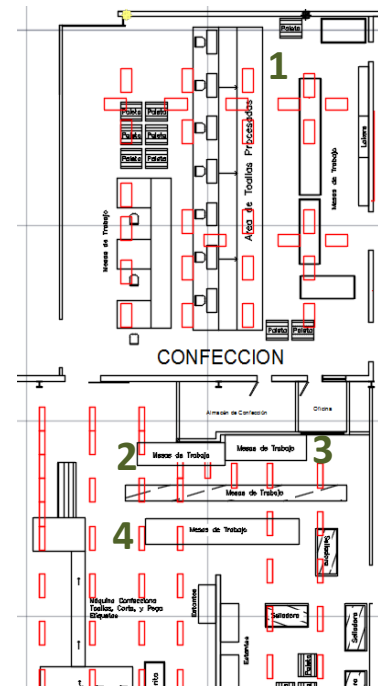


Figura 29. Luminarias en el departamento de confección.

Fuente: C.A Telares de Palo Grande

investigador utiliza un software denominado Dialux el cual permite diseñar, calcular y visualizar la luz de forma profesional en espacios simples.

De acuerdo a la simulación realizada en el programa, se plantea adicionar lámparas a 1.2m de altura de las mesas de trabajo, buscando que las mesas cumplan con aproximadamente 2000 lux o más, como especifica la norma, con la idea de que se le facilite al trabajador visualizar con mayor detenimiento los defectos que poseen las toallas y evitar una clasificación incorrecta. De igual manera se especifica el tipo de luminaria a utilizar para determinar basándose en el inventario de lámparas que posee la empresa en la actualidad.

Tabla 14. Número de luminarias planteados en el diseño.

Fuente: propia

| Espacio | Nº de luminarias | Promedio de lux por espacio | Tipo de lámpara                       |
|---------|------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| mesa 1  | 9                | 1877                        | PHILIPS TBS318 C 3xTL-D36W HFE M2_830 |
| mesa 2  | 3                | 2075                        | PHILIPS TBS318 C 3xTL-D36W HFE M2_830 |
| mesa 3  | 3                | 1803                        | PHILIPS TBS318 C 3xTL-D36W HFE M2_830 |
| mesa 4  | 6                | 2325                        | PHILIPS TBS318 C 3xTL-D36W HFE M2_830 |

El diseño que se plantea, garantiza que los espacios de trabajo cumplan con dicha cantidad de lux y se demuestra con una herramienta de cálculo que aporta el programa en el cual a través de una escala de colores te permite conocer la iluminación que posee cada punto en el espacio.

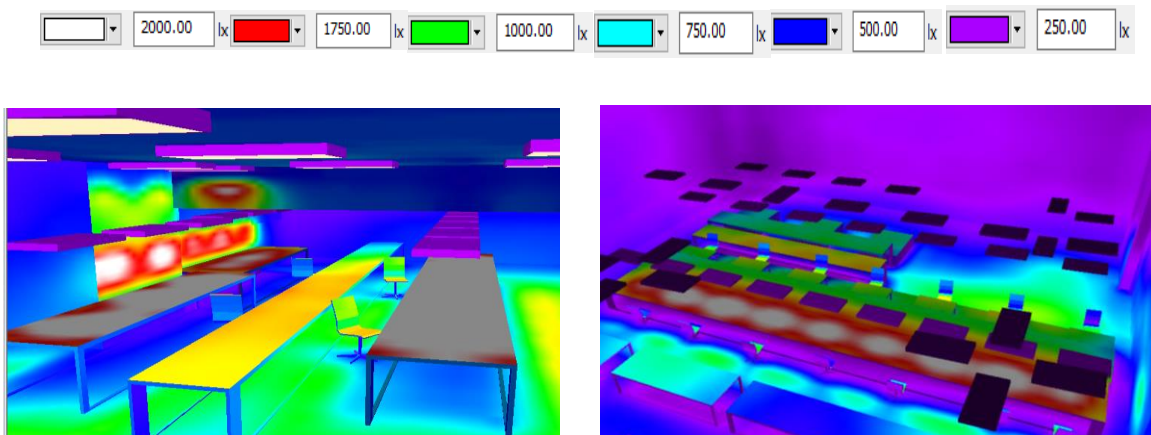


Figura 30. Representación de colores falsos correspondiente a la iluminación en el departamento de confección.

Fuente: propia

Gracias a la representación anterior la cual demuestra que los espacios de trabajo cumplen con la cantidad de lux necesarios se plantea el siguiente diseño a la altura ya descrita. Es importante destacar que en el área del taller de confección se agregó una mesa más para el personal que inspecciona el producto terminado con una lámpara a 1.2 m. Para mayor precisión, se propone acudir al anexo I4.4 en el cual se describe la cantidad de lux que reciben las mesas de trabajo individualmente.

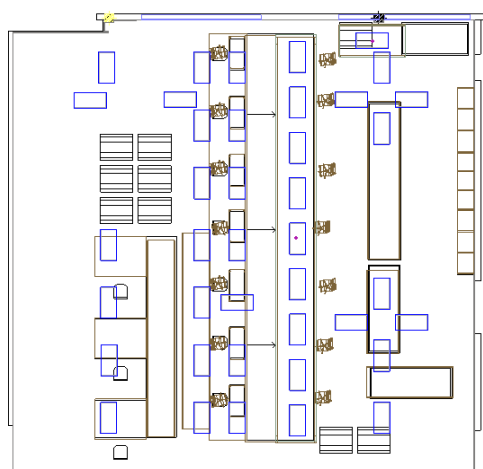


Figura 32. Diseño de las luminarias en el taller de confección. Fuente: propia



Figura 31. Diseño de las luminarias en la texpa. Fuente: propia

## 5.6 Estimación costos beneficio

De acuerdo a las acciones diseñadas que se plasmaron en el apartado anterior, es importante presentar los costos asociados y el beneficio que originaría su aplicación en la compañía.

Como se pudo observar, se presentaron diversas acciones que permitirían mitigar los factores que influyen en la variabilidad del peso y largo de las toallas, entre las cuales traerían una inversión relacionado a los siguientes aspectos:

- **Procedimiento para el control de calidad del producto terminado en confección**

Tabla 15. Costos sobre el diseño de mejoras 5.1.

Fuente: propia

| Elementos                  | Cantidad | Costo (\$) | Total  |
|----------------------------|----------|------------|--------|
| Balanza                    | 1        | 16.00      | 16.00  |
| Lector de código de barras | 1        | 35.00      | 35.00  |
| Raspberry                  | 1        | 80.00      | 80.00  |
| Total (\$)                 |          | \$         | 131.00 |

De acuerdo con los costos de aplicación de este nuevo procedimiento corresponde a un total de 131 \$. El personal que realiza la inspección no se considera debido a que es un trabajador que se encuentra en nómina de la empresa actualmente, así como también el colaborador del creador del módulo de SISAP.

La parte más importante que hay que destacar, de aplicarse esta actividad, es su beneficio, ya que permite la disminución de errores de transcripción debido a que el sistema presenta una alerta al momento de que el valor registrado este fuera de las especificaciones, permitiendo garantizar la validez de los datos y los análisis posteriores que se realicen. Por otra parte, el personal se ahorra un tiempo bastante notorio ya que no tiene necesidad acudir contentamente a la búsqueda de las toallas ya que se recomienda que el responsable se encuentre dentro de las instalaciones de confección, originando el aumento del porcentaje de inspección de las hojas de rutas que ingresan al departamento y de esta manera tener un conocimiento del comportamiento de cada uno de los productos que son producidos, además de disminuir el tiempo invertido de transcripción de todas las características del producto y las mediciones que le realiza a cada una de las toallas por tener un sistema más automatizado.

- **Control de la humedad relativa en el departamento de tejeduría**

Tabla 16. Costos sobre el diseño de mejoras 5.2

Fuente: propia

| Elementos                          | Cantidad | Costo (\$) | Total     |
|------------------------------------|----------|------------|-----------|
| Registrador inalámbrico de humedad | 2        | 150.00     | 300.00    |
|                                    |          | Total (\$) | \$ 300.00 |

El costo asociado a este planteamiento será muy beneficioso para el comportamiento del material en tejeduría, y las condiciones de trabajo, debido a que al poseer un sistema de mantenimiento de los sensores digitales con respecto a la humedad, se podría mantener la misma en el rango deseado (75% -80%), permitiendo de esta manera reducir los problemas con el hilo ya que son más manejables, existe menos probabilidad de quebrarse, son más uniformes, se reduce la pérdida del peso del material y se mejora la calidad del producto final. De igual manera ayuda a mantener las condiciones laborales correctas ya que evita las continuas interrupciones de la producción por roturas o problemas con las madejas, además de reducir el polvo y la pelusa y los atomizadores ofrecen un efecto de enfriamiento en el espacio, proporcionando un ambiente de trabajo más cómodo. También es importante

destacar que, al poseer un sistema de registro del comportamiento de la humedad, permitiría rastrear la conducta de las condiciones ambientales al momento de producir un rollo en particular de modo de identificar si dicha variable influye en las disconformidades que puede poseer el rollo que se desea estudiar.

- **Control de calidad de los rollos en crudo en el departamento de tejeduría**

Tabla 17. Costos sobre el diseño de mejoras 5.3

Fuente: propia

| Elementos                       | Cantidad | Costo (\$) | Total     |
|---------------------------------|----------|------------|-----------|
| Máquina revisadora <sup>3</sup> |          |            |           |
| Computadora                     | 1        | 500.00     | 500.00    |
|                                 |          | Total (\$) | \$ 500.00 |

Aumentar el control de calidad del departamento de tejeduría origina grandes beneficios a la producción, debido a que realizar una inspección 100% del lote, permitiría conocer el comportamiento de cada una de las madejas que intervienen en el proceso, detectar algún defecto que pueda poseer un rollo y categorizar el mismo para indicar el grado de calidad al departamento y a los procesos posteriores, además, esta nueva acción sería un indicador de calidad en el departamento de producción para conocer los errores con respecto a las dimensiones y no conformidades de manera instantánea en crudo. Aunado a esta explicación, se impone la importancia que posee este control ya que es la inspección y la respuesta más inmediata que se tiene del comportamiento del tejido realizado en el departamento de tejeduría para verificar y detener, si es necesario, el trabajo en los telares, al detectar alguna disconformidad, permitiendo generar una alerta. Por lo tanto, se concluye la importancia de determinar la calidad de un rollo ya que se reducirían gastos innecesarios, horas-hombre y horas máquinas en los procesos posteriores, a pesar de que se requiere otro personal que intervenga en la ejecución de dicha actividad.

Con respecto a todo lo planteado, se puede observar que este nuevo diseño planteado se enfoca en tener puntos de control de modo de conocer el comportamiento de la producción y tomar las previsiones correspondientes para las dimensiones de las toallas. Si estas nuevas acciones son implementadas y se logra controlar las dimensiones de las toallas, entonces la

<sup>3</sup> No fue incluido el costo de la máquina revisadora, ya que dentro de la empresa se tiene elementos reciclados para construirla.

empresa reduciría pérdida de materia prima cuando las toallas se encuentren por encima de los límites de especificación y reducir las disconformidades para entregarle al cliente un producto de calidad.

- **Dictar adiestramiento sobre las no conformidades que se pueden visualizar en el departamento de confección**

Con respecto a las soluciones descritas asociadas a mejorar el proceso de clasificación de las toallas según su calidad, se ve necesario dictar un adiestramiento en el cual es esencial invertir un tiempo prudente para explicar los defectos que pueden poseer las toallas y de esta manera unificar los criterios con respecto a una categorización de las toallas según su calidad. Por lo tanto, más que un beneficio o ahorro económico se lograría una satisfacción del cliente interesado en la mercancía ya que obtendría un producto de calidad.

- **Diseño de una nueva distribución de las lámparas necesarias para permitir obtener la iluminación requerida de acuerdo a la norma COVENIN 2249-93 en el área de clasificación de la toalla según su calidad.**

Tabla 18. Costos sobre el diseño de mejoras 5.5

Fuente: propia

| Elementos                      | Cantidad (unidades) | Costo    | Total     |
|--------------------------------|---------------------|----------|-----------|
| Tubos                          | 84                  | \$ 1.13  | 94.92     |
| Lámpara c/ balastro            | 22                  | \$ 27.00 | 594.00    |
| Elementos                      | Cantidad (metros)   | Costo    | Total     |
| Tubería emt (1/2) y accesorios | 84                  | \$ 4.13  | 346.92    |
| Cable thw 12                   | 250                 | \$ 0.85  | \$ 212.50 |
| Cable st 3x12                  | 15                  | \$ 2.99  | \$ 44.85  |
| Soporte                        |                     |          | \$ 69.38  |
| Total (\$)                     |                     |          | 1,293     |

A pesar de que se requiere de una inversión, es un diseño que otorga un beneficio a la actividad y a los trabajadores responsables de clasificar las toallas, ya que le permitiría visualizar y detallar los defectos con mayor facilidad y evitar que toallas de segunda pasen catalogadas como de primera, permitiendo entonces que el cliente se encuentre satisfecho de recibir un producto de calidad, también mejoraría el ambiente laboral ya que se estaría proporcionando mayor iluminación para una tarea tan minuciosa.

## 6 CAPÍTULO VI. MODELO OPERATIVO

En el siguiente capítulo se presenta la ruta o los pasos a seguir en una situación similar y de esta manera garantizar un control de calidad del proceso y del producto, a través de un diagrama top Down, el cual se convierte en una estructura valiosa para identificar la secuencia que se debe seguir para garantizar la entrega de un producto de calidad que cumpla con las conformidades.

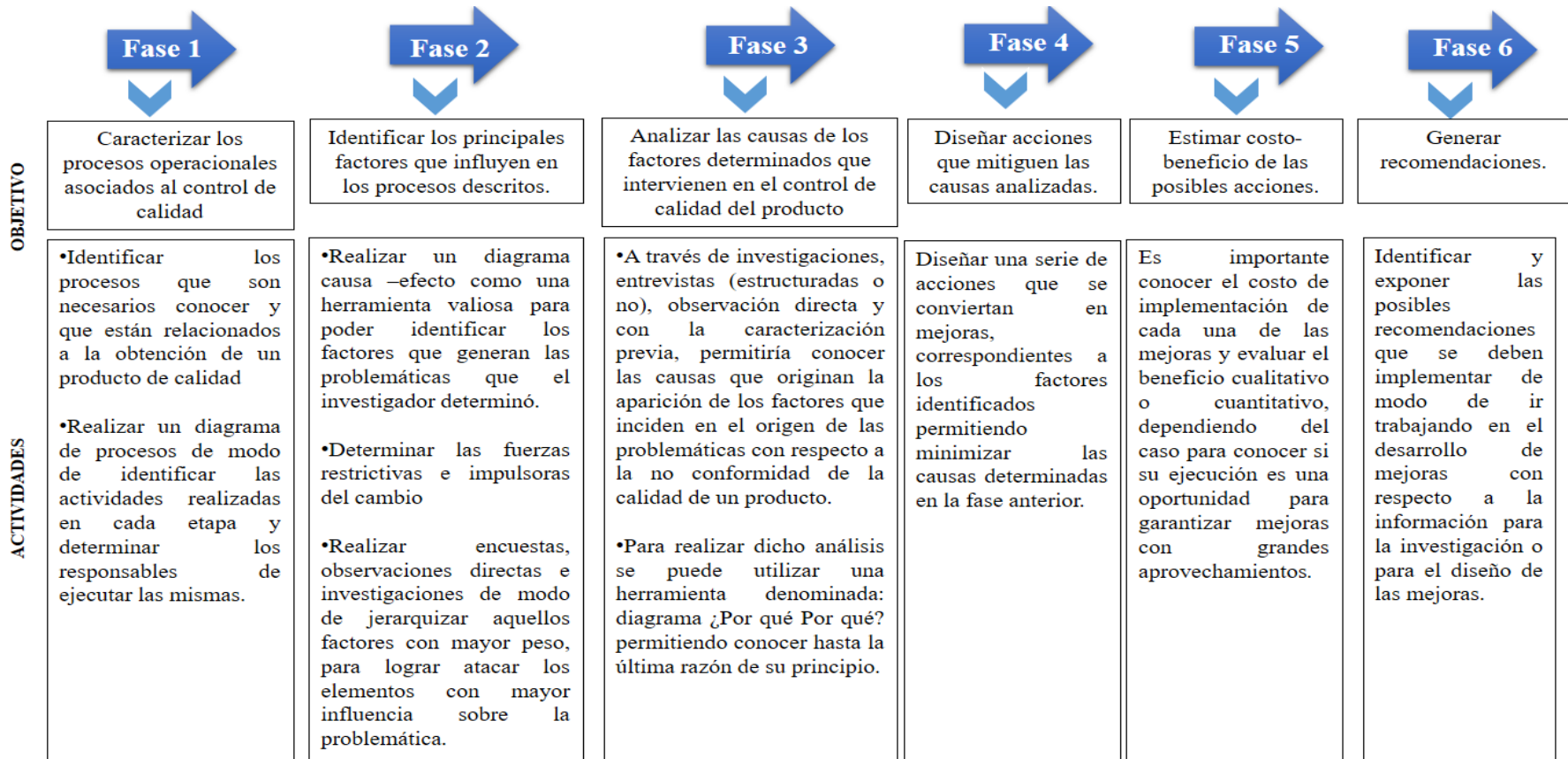


Figura 33. Modelo operativo.  
Fuente: propia

Cuando el investigador tenga el conocimiento de la problemática y posea características similares a lo que se plantea en este trabajo de grado, entonces el diagrama presente se convierte en una guía o base para desarrollar soluciones a las dificultades que se tienen, relacionados a tener un producto que cumpla con las especificaciones. Para expandir aún más la información presentada en la Figura 33 se describen con más detalle las fases en el siguiente apartado:

### **Fase 1**

En primer lugar, es de suma importancia conocer la problemática presente en el producto terminado identificando las variables que muestran ciertas inconformidades con respecto a lo esperado, de modo de poder identificar aguas arriba, los procesos asociados donde las fallas se puedan estar originando. Para eso es relevante caracterizar los mismos, con el propósito de identificar el proceso, actividades, responsables y los elementos necesarios para que esa etapa de la cadena de producción se realice, otorgándole al desarrollador un amplio conocimiento.

### **Fase 2**

Una vez que se conoce el proceso, haciendo mayor énfasis en los departamentos con mayor responsabilidad en obtener un producto que cumpla con los requerimientos, es necesario implementar herramientas de exploración con el propósito de identificar los factores que puedan estar influyendo en el origen de la problemática y convirtiéndose en elementos restrictivos para el cambio. Todos los elementos que se pueden identificar durante la investigación de campo no tienen el mismo grado de influencia y ocurrencia, es por eso que también se hace importante conocer aquellos factores con mayor predominio y en los que hay que hacer más hincapié.

### **Fase 3**

Seguidamente, es fundamental conocer las distintas causas que originan la aparición de dichos factores previamente identificados, los cuales serán de gran utilidad para dar las soluciones y recomendaciones adecuadas que disminuyan o eliminen su aparición. Esta actividad es de suma importancia ya que se puede conocer el motivo o la razón de la existencia de ese factor. Para lograr la misma, se pueden implementar diversas herramientas, como: diagrama ¿Por qué por qué?, la cual fue ejecutada en este trabajo de grado.

### **Fase 4**

Al momento de conocer las causas que dan origen a la aparición de los factores y que influyen en las problemáticas, es importante diseñar todas las acciones posibles con respecto a la mejora de procesos, generar puntos de control de calidad, ambiente o condiciones laborales, adiestramiento, etc, que permitan mitigar todas las causas que han sido identificadas durante el desarrollo del estudio.

#### **Fase 5**

Todas las acciones y actividades que se diseñen como mejoras para obtener un producto de calidad, deben pasar por una evaluación de costo beneficio (cuantitativo o cualitativo) que le permita a los interesados conocer la importancia de la inversión o implementación de dichas actividades ya que lograrían mitigar las causas y eliminar las problemáticas presentes los cuales traería consigo el beneficio no solo a la empresa sino al cliente interesado al recibir un producto de una excelente calidad.

#### **Fase 6**

Por último, es importante destacar que durante el desarrollo del estudio se puedan generar diversas recomendaciones que permitan mejorar la investigación futura, o elementos importantes a considerar para mejorar la calidad del producto terminado.

## 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego del desarrollo del presente trabajo de grado, se presenta las conclusiones del trabajo fundamentados en los objetivos planteados, así como también una serie de recomendaciones que sirven para controlar y mejorar la calidad del producto terminado que complementan al diseño planteado

### 7.1 Conclusiones:

Para presentar las conclusiones de la investigación y diseño planteado en el trabajo de grado se pueden mencionar la cobertura de los objetivos específicos y destacar elementos importantes durante su desarrollo:

- La caracterización de los procesos operacionales asociados al control de calidad del producto terminado representado mediante un diagrama de proceso, permitieron conocer el procedimiento para la formación del tejido, teñido, acabado y confección identificando cada una de las actividades responsables de obtener un producto de calidad y con las especificaciones requeridas y esperadas por la empresa y el cliente.
- Una vez que se conoce el proceso, fue posible identificar los factores que influyen en las problemáticas con respecto al cumplimiento de las dimensiones y a la incorrecta clasificación de las toallas según su calidad, permitiendo enfocar las investigaciones y soluciones a esos factores que inciden en las complicaciones, permitiendo hacer mayor énfasis en aquellas que arrojan mayor puntuación en la matriz de jerarquización correspondientes al control de calidad del producto terminado en el departamento de confección, el control de calidad en crudo (tejeduría), la humedad fuera del rango, y el proceso de secado no estandarizado para el cumplimiento de las dimensiones y peso. Para la siguiente problemática los factores con mayor predominio se enfatizan en una ausencia de control de calidad e iluminación adecuada para detectar las no conformidades que convierten a la toalla en segunda calidad. Dichos factores se lograron determinar fundamentándose en el conocimiento aportado durante el desarrollo de la caracterización de los procesos, ya que las encuestas aplicadas y mencionadas en el trabajo de grado presentan cierta subjetividad.

- Seguidamente se analizaron las causas que originan la aparición de estos factores (los cuales se analizaron en su totalidad) a través de un diagrama ¿Por qué por qué?, entre las cuales se destaca:
  - El control de calidad en crudo es una inspección de suma importancia ya que es la observación inmediata a la formación del tejido, originando respuestas al instante con respecto al comportamiento del rollo en crudo, el cual solo se revisa un solo rollo del lote catalogando dicha información obtenida a todo el conjunto, evitando conocer el comportamiento de las 2 madejas presentes, las características reales y los defectos que en realidad poseen cada rollo, lo cual se convierte en un elemento clave al momento del teñido.
  - Con respecto al control de calidad del producto terminado es una de las inspecciones más importantes ya que es la única información real que se puede obtener de la toalla ya confeccionada y antes de ser almacenada y entregada al cliente, pero el mismo no garantiza la veracidad de los datos ya que la selección de las muestras es intencional, la información recolectada es transcrita de forma manual causando valores incorrectos, y equivocación con respecto a las hojas de rutas ya que se le asignan referencias que no son, además no poseen un análisis exhaustivo de dicha investigación y no todas las pruebas de calidad son realizadas al producto terminado como: tacto, absorción, clasificación y evaluación de la costura, por lo tanto, se desconoce el comportamiento de dichas variables.
  - No se controla ni se analiza la humedad presente en tejeduría. No existe un registro de su comportamiento en el departamento ni calibración o mantenimiento de los equipos presentes (sensores y controladores) que permitan conocer el comportamiento del sistema presente en la empresa.
  - El proceso de secado es un factor determinante en la situación actual del proceso productivo, ya que es una máquina nueva que se está utilizando en el departamento de tintorería y que está en período de adaptación eléctrica, mecánica y demás componentes para lograr cumplir con el acabado de la toalla esperado, originando un desconocimiento en el comportamiento real que tienen las toallas de acuerdo a sus dimensiones evitando verificar o cambiar las

medidas estándares debido a las constantes variaciones que la máquina ha sufrido.

- La iluminación en el departamento de confección para la clasificación de las toallas según su calidad no cumple con la cantidad de lux necesaria de acuerdo a la norma COVENIN 2249-93 para dicha actividad ya que se encuentra alrededor de los 336 y 377 lux en las mesas de trabajo.
- Existen defectos que se encuentran registrados en el departamento de confección que en el mismo son improbables de identificar ya que se necesita del lote completo para determinar el mismo, por otra parte, se observó que el personal clasificador posee interrogantes sobre la identificación de ciertos defectos que convierten la toalla en segunda calidad.
- Para diseñar las acciones que mitiguen las causas analizadas fue necesario tomar en consideración la limitante correspondiente al desconocimiento de la trazabilidad de las toallas, evitando identificar las fallas reales que inciden en las muestras analizadas que se encuentran fuera de especificaciones, por lo tanto, se decide en profundizar en todo el proceso de la toalla, haciendo mayor énfasis en la formación del tejido hasta su etapa final de transformación, en otorgar soluciones y controles de calidad durante todo el proceso y mejoras en las condiciones ambientales. Todas estas acciones van enfocadas en los factores con mayor prioridad y apoyadas en un diagrama ¿Cómo? sencillo.
- Se estima el costo que genera la implementación del diseño de mejoras planteado y a su vez el beneficio cualitativo que la empresa y el cliente recibe ya que se estaría ofreciendo y entregando un producto que garantice su calidad en cuanto a las dimensiones y peso de las toallas y cero defectos en el tejido. (No se logró profundizar en el beneficio cuantitativo que la empresa obtendría ya que los costos no fueron proporcionados).

Una vez señalado la cobertura que se tuvo gracias a los objetivos planteados, también es importante mencionar:

- Durante la caracterización y análisis de las variables largo y peso de las toallas inspeccionadas durante el período de investigación es bastante complicado encontrar

el origen de las posibles fallas de aquellas hojas de rutas con dimensiones fuera de especificación y/o de control, debido a que se dificulta rastrear las condiciones de producción, evitando obtener una trazabilidad garantizada, y encontrar patrones sistemáticos.

- Las toallas con mayor probabilidad de incumplimiento de sus dimensiones y peso corresponden a las toallas más económicas y con menor densidad.
- No existe una información actual sobre la incorrecta clasificación de las toallas ya que no se hacen inspecciones o auditorías a dicha actividad, por lo tanto, la recolección de la información fue nula, y es por esto que el investigador acude a otro fundamento de información como la reclasificación de las toallas en el departamento de despacho.

## **7.2 Recomendaciones:**

- Se recomienda buscar un mecanismo que permita conocer la trazabilidad del rollo de toallas antes del teñido y de esta manera conocer el telar, turno, fecha, condiciones ambientales y de esta manera hacer más fácil el rastreo de una causa u origen de la disconformidad.
- Para el control del producto terminado que el investigador plantea, es necesario garantizar que todas las hojas de rutas que son aprobadas en tintorería y posteriormente confeccionadas, sean revisadas por el inspector. Pero el personal encargado de esta acción no posee un control de la cantidad de hojas de rutas que ingresan al departamento o cuántas posee un “carro”, es por esto, que se vuelve pertinente plantear que en el módulo de SISAP arroje una lista de las hojas de rutas de los carros aprobados de modo que se puede conocer la cantidad de hojas que ingresan al departamento por parte del trabajador y a medida que él vaya inspeccionando dicha hoja se elimine. Por otra parte, es importante destacar que el proceso en confección es bastante aleatorio y dinámico por lo que el inspector puede pasar por desapercibido ese lote, de modo que se recomienda que al momento de embalar las toallas y leer el código de barra del producto y la hoja de ruta se genere una alerta si las toallas correspondientes a este último serial no han sido inspeccionadas y de esta manera activar la comunicación entre el personal encargado con el evaluador de calidad.

- Actualmente el personal de inspección de las hojas de ruta mencionadas se encuentra en un laboratorio, y tiene que desplazarse a buscar las toallas al departamento de confección, y es por esto que se recomienda que el responsable de esta actividad se encuentre en el área para que sea más fácil identificar las toallas que ingresan y que puedan ser revisadas.
- Se recomienda implementar un método FIFO (first in, first out) en el almacén de crudo, con el propósito de tener una manera de rastrear o conocer la trazabilidad del rollo, además de evitar que las toallas que se produjeron con mucho tiempo de anticipación aún se encuentren en el almacén y correr el riesgo de que sus características ya no sean las requeridas por las actualizaciones que hace la empresa de los productos que se le ofrecen al cliente.
- Para contrarrestar la causa de la copia de dibujo inadecuada, se hace prudente hacerle saber al empleado responsable de esta actividad, la importancia de realizar el procedimiento con bastante precaución, debido a que un troquelado incorrecto causaría que el dibujo de la toalla y sus dimensiones sean afectadas. De igual manera se recomienda que todos los dibujos utilizados sean estandarizados para todos los telares.
- Para el cambio de artículo, se plantea la realización de una tabla en el cual se le especifique al personal responsable la cantidad de pasadas con las respectivas combinaciones requeridas por piñones, ya que el proceso actual es empírico o con la búsqueda de los manuales. Por otra parte, se hace importante el seguimiento o el patrullaje continuo para detectar cualquier comportamiento inadecuado en el telar y sus componentes, de esta manera se puede parar la máquina, hacer los ajustes necesarios, verificar al instante y evitar que las siguientes toallas presenten problemas.
- De acuerdo al diseño de la restructuración de la iluminación en el área de clasificación de las toallas según su calidad, en el departamento de confección, se recomienda utilizar luces LED para permitir el ahorro de energía y proporcionar una mejora en las condiciones de trabajo, ya que actualmente la empresa y el diseño descrito (5.5) se basaron en las luces que actualmente tiene el departamento y en inventario de la compañía. Con respecto al mismo tema, también es relevante redistribuir las lámparas en el espacio general para proveer mayor iluminación al lugar, debido a que el personal que labora allí tiene un trabajo bastante minucioso y detallista (corte y costura).

## 8 BIBLIOGRAFÍA

1. Arias, F. G. (2006). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. Caracas: Episteme.
2. Arvelo, A. F. (1997). Evaluación de la capacidad de calidad de un proceso industrial. Métodos estadísticos sugeridos por la norma ISO 9000. Caracas.
3. Camisón, C. (2006). Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas. Madrid: Pearson.
4. Hair. (2007). Análisis multivariante. Madrid: Pearson.
5. Lockuán, F. E. (2012). La industria textil y su control de calidad (Vol. III. Hilandería).
6. Lockuán, F. E. (2012). La industria textil y su control de calidad. (Vol. IV. Tejeduría). Recuperado el 17 de 7 de 2018
7. López, S. (2012). Tesis de grado: Implementación de puntos críticos de control en el proceso de teñido de telas de algodón en el área de tintorería y acabado de industria textil de los altos.
8. Martínez, J. (Mayo de 2018). Propuesta de diseño de un plan de seguimiento y control en el departamento de fabricación de hilo (hilandería) en una planta textil ubicada en Caracas. Caracas, Venezuela.
9. Montgomery, D. (1999). Probabilidad y estadística para ingeniería. México: Cecs.
10. Niebel. (s.f.). Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo (11<sup>a</sup> edición ed.). Alfaomega.
11. Norma Venezolana COVENIN 2249-93. (s.f.). Iluminancias en tareas y áreas de trabajo.
12. Sabino, C. (1992). El proceso de investigación. Caracas: Panapo.
13. Summers, D. (2006). Administración de la calidad. México: Pearson.

### Referencias electrónicas

14. García, F. (s.f.). Recursos Citsea. Obtenido de Luminotecnica. Iluminación de interiores: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/>

15. Scholtes, P. (s.f.). Force field analysis. Obtenido de <https://cdn.ymaws.com/www.case.org/resource/collection/2EC51A11-0C97-41F5-91D3-6C13479890FD/Force%20Field%20Analysis.pdf>